

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS, PROPAGAÇÃO E ADUBAÇÃO DE
Campomanesia aurea O. Berg PARA USO NA FLORICULTURA

Aquélis Armiliato Emer
Mestre em Desenvolvimento Regional/UTFPR

Tese apresentada com um dos requisitos
à obtenção do Grau de Doutor em Fitotecnia
Área de Concentração Sistemas de Produção Vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil
Dezembro de 2017

CIP - Catalogação na Publicação

Emer, Aquélis Armiliato
CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS, PROPAGAÇÃO E ADUBAÇÃO
DE Campomanesia aurea O. Berg PARA USO NA
FLORICULTURA / Aquélis Armiliato Emer. -- 2017.
178 f.

Orientadora: Gilmar Schafer.

Coorientador: Claudimar Sidnei Fior.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Caracterização de frutos. 2. Germinação . 3.
Propagação vegetativa. 4. Adubação. 5. Campomanesia
aurea . I. Schafer, Gilmar, orient. II. Fior,
Claudimar Sidnei, coorient. III. Título.

AQUÉLIS ARMILIATO EMER
Engenheira Agrônoma - UTFPR
Mestre em Desenvolvimento Regional - UTFPR

TESE

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

DOUTOR EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 19.12.2017
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 13.03.2018
Por

GILMAR SCHÄFER
Orientador - PPG Fitotecnia
UFRGS

CHRISTIAN BREDEMEIER
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

CLAUDIMAR SIDNEI FIOR
Coorientador - PPG Fitotecnia/UFRGS

MARÍLIA LAZAROTTO
PPG Fitotecnia/UFRGS

ADRIANE MARINHO DE ASSIS
UFPEL/RS

ELISABETH REGINA TEMPEL STUMPF
IFSUL - Campus Pelotas/RS

CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade
de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Laurindo e Beatriz, e irmãs, Andréia e Alcimara, pelo incentivo, apoio e valores. Vocês são meu porto seguro e minha maior motivação.

Ao professor Gilmar Schafer, agradeço pela orientação, conhecimento repassado, receptividade, pela calma e tranquilidade que sempre apresentou durante a condução da pesquisa, e por confiar em mim e em meu trabalho.

Ao professor Claudimar Sidnei Fior, pela orientação, pelos ensinamentos, ajuda na condução das pesquisas, críticas e incentivos que muito contribuíram com o trabalho.

Gostaria de agradecer aos colegas e amigos de pós-graduação, Bruna Baratto Gersonr Bötcher, Henrique Cecagno, Manuela Sulzbach, Paula Oliveira, Pedro Veit e Samanta Campos, por toda ajuda, pelo convívio, pelas conversas e pela receptividade que me acolheram. Gostaria de agradecer em especial aos colegas do Setor da Floricultura, que aos poucos se tornaram minha família gaúcha Bibiana Marodin, Eduarda Avrella, Gislaine Grzeça, Joana Paolazzi, Julio Lucchese, Luciana Paim, Luciano Alves, Marília Tedesco, Mara Winhelmann, Monique Caumo e Priscila Paris. Obrigada pelo auxílio nas inúmeras coletas, na ajuda com os experimentos, pelos conselhos e pelo convívio. Seria muito mais difícil sem vocês!!!

Gostaria de agradecer a todos os professores do Departamento de Horticultura e Silvicultura pela receptividade e disponibilidade que sempre me receberam. Ao funcionário do laboratório de substratos, Idenir Conto, sempre pronto a ajudar.

Ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia pela oportunidade e ao CNPq pela concessão de bolsa de estudos.

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS, PROPAGAÇÃO E ADUBAÇÃO DE *Campomanesia aurea* O. Berg PARA USO NA FLORICULTURA¹

Autor: Aquélis Armiliato Emer
Orientador: Gilmar Schafer
Coorientador: Claudimar Sidnei Fior

RESUMO

Campomanesia aurea O. Berg é uma Myrtaceae frutífera nativa do Bioma Pampa, que apresenta potencial ornamental para uso em jardins e vasos, devido ao porte arbustivo, formato irregular de planta e floração prolongada e aromática. O objetivo do trabalho foi caracterizar os frutos, estudar a propagação e a adubação de *C. aurea*. Os estudos foram conduzidos nos laboratórios e casa de vegetação do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em Porto Alegre, RS. A caracterização dos frutos foi realizada pelas análises de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e vitamina C, além de mensurações de peso e tamanho. A germinação das sementes foi avaliada quanto a diferentes locais de coleta, condições de luminosidade e armazenamento sob diferentes temperaturas. Para a propagação vegetativa foram testadas épocas de coleta e concentrações de ácido indolbútrico (AIB) para o enraizamento de estacas retiradas de população *in situ*. Analisou-se ainda, a produtividade e enraizamento de miniestacas conduzidas em sistema de minijardim utilizando doses de adubação nitrogenada. O uso de fertilizante de liberação controlada também foi avaliado no crescimento de mudas da espécie. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias analisadas por regressão e Tukey. Os frutos de *C. aurea* têm em média 1,26 g, formato oblongo, 0,36% de ácido cítrico, entre 9,8 a 14,3 °Brix e até 96,74 mg de vitamina C em 100 g de polpa. As sementes têm germinação superior a 85% quando processadas logo após a coleta, apresentam poliembrião, são fotoblásticas neutras e podem ser armazenadas por 150 dias a 8°C mantendo a germinação de 80%. Estacas coletadas *in situ* na primavera e no verão apresentaram maiores porcentagens de enraizamento, 25 e 28%, respectivamente, e não foram influenciadas pela aplicação de AIB. A produtividade no sistema de minijardim chega a 10 e 18 miniestacas por minicepa no período de primavera e verão, com enraizamento superior a 56%. O uso de fertilizante de liberação controlada apresentou respostas positivas até a concentração de 8 g L⁻¹. Conclui-se que *C. aurea* apresenta elevado teor de vitamina C, pode ser propagada por sementes ou por estacas, sendo neste último caso, recomendada a condução das matrizes em sistema de minijardim. A espécie apresenta resposta significativa à aplicação de fertilizantes no crescimento de mudas.

¹ Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (178f.) Dezembro, 2017.

CHARACTERIZATION OF FRUITS, PROPAGATION AND FERTILIZATION OF *Campomanesia aurea* O. Berg FOR USE IN FLORICULTURE²

Author: Aquéelis Armiliato Emer
Adviser: Gilmar Schafer
Co adviser: Claudimar Sidnei Fior

ABSTRACT

Campomanesia aurea O. Berg is a fruitful species of the family Myrtaceae, native to the Pampa biome, which presents ornamental potential for use in gardens and pots due to shrub size, irregular plant shape, and prolonged and aromatic flowering. The objective of the work was to characterize the fruits and to study the propagation and fertilization of *C. aurea*. The studies were conducted at the laboratories and greenhouse of the Department of Horticulture and Forestry, Faculty of Agronomy, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Fruit characterization was carried by analyses of total soluble solids, total titratable acidity, and vitamin C, as well as weight and size measurements. Seed germination was evaluated for different collection sites, light conditions, and storage under different temperatures. For vegetative propagation, the collection times and the concentrations of indole butyric acid (IBA) were tested for the rooting of cuttings removed from the *in situ* population. It was also analyzed the yield and rooting of mini-cuttings grown in a mini-garden system using nitrogen fertilization. The use of controlled release fertilizer was also evaluated in the growth of seedlings of the species. The results were submitted to analysis of variance and the means analyzed by regression and Tukey test at 5%. The fruits of *C. aurea* have, on average, 1.26 g, oblong shape, 0.36% citric acid, 9.8 to 14.3 °Brix and up to 96.74 mg of vitamin C in 100 g of pulp. The seeds have germination higher than 85% when processed soon after collection; they also have polyembryony, are neutral photoblastic and can be stored for 150 days at 8 °C, maintaining germination at 80%. Cuttings collected *in situ* in spring-summer showed higher rooting percentages, 25 and 28%, respectively, and were not influenced by the application of IBA. The yield in the mini-garden system reaches 10 and 18 mini-cuttings per mini-strain in the spring-summer period, with rooting higher than 56%. The use of controlled release fertilizer presented positive responses up to the concentration of 8 g L⁻¹. We concluded that *C. aurea* presents high vitamin C content, and can be propagated by seeds or cuttings, being in the latter case recommended the conduction of the mother plants in a mini-garden system. The species presents a significant response to fertilizer application on seedling growth.

¹ Doctoral thesis in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (178p.) December, 2017.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Floricultura	3
2.2 Bioma Pampa	3
2.3 <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg.....	5
2.4 Caracterização físico-química de frutos.....	7
2.5 Propagação sexuada	9
2.5.1 Maturação de sementes.....	10
2.5.2 Fotoblastismo	11
2.5.3 Armazenamento de sementes	12
2.5.4 Sementes poliembriônicas	14
2.6 Propagação vegetativa.....	15
2.6.1 Fatores endógenos das plantas matrizes	15
2.6.2 Fatores ambientais para o enraizamento.....	18
2.6.3 Mini jardins	19
2.6.4 Propagação vegetativa em espécies da família Myrtaceae.....	20
2.7 Adubação.....	21
2.7.1 Fertilizante de liberação controlada.....	22
2.7.2 Adubação nitrogenada	23
2.7.3 Análise foliar de nutrientes.....	24
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
4 CAPÍTULO 1.....	35
Características físico-químicas de frutos e germinação de sementes de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg	35
5 CAPÍTULO 2.....	53
Fotoblastismo de sementes de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg em diferentes locais de coleta	53

	Página
6 CAPÍTULO 3.....	72
Viabilidade de sementes de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.....	72
7 CAPÍTULO 4.....	85
Influência de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de <i>Campomanesia aurea</i>	85
8 CAPÍTULO 5.....	101
Estaquia de <i>Campomanesia aurea</i> (Myrtaceae): época de coleta de propágulos e efeito de auxina.....	101
9 CAPÍTULO 6.....	120
Adubação nitrogenada em minicepas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg e sua influência na produtividade e enraizamento de miniestacas	120
10 CAPÍTULO 7.....	138
Fertilizante de liberação controlada no crescimento de mudas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg.....	138
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS	160
12 APÊNDICES	162

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1	
1. Massa fresca de fruto (MFF), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial (DE) e relação DL/DE de frutos de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg de dois locais de coleta. UFRGS, Porto Alegre, RS.....	42
2. Sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, pH e vitamina C (Vit. C) de frutos de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg de dois locais de coleta. UFRGS, Porto Alegre, RS.....	44
3. Número de sementes íntegras, mal formadas e total em frutos de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg de dois locais de coleta. UFRGS, Porto Alegre, RS.....	46
4. Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e sementes poliembriônicas (Poli) em frutos de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg de dois locais de coleta. UFRGS, Porto Alegre, RS.....	47
CAPÍTULO 2	
1. Médias de luminosidade (L*) e coordenadas de cor (a* e b*) de frutos e teor de água de sementes (TA%) de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg para os diferentes locais de coleta e usados para o teste de germinação. UFRGS, Porto Alegre, RS.....	65
CAPÍTULO 4	
1. Estacas enraizadas (EE), formação de calo (CAL), volume de raízes (VR), massa da matéria seca de raiz (MSR) e massa da matéria seca da parte aérea (MSA) em estacas semilenhosas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg em diferentes concentrações de Ácido Indolbutírico (AIB). UFRGS, Porto Alegre, 2015.....	99
CAPÍTULO 5	
1. Épocas, datas de coleta, encerramento e dias transcorridos do início ao fim dos experimentos conduzidos com estacas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg tratadas com diferentes doses de AIB.....	107

	Página
2. Análise de variância da aplicação de doses de AIB e da época de coleta de estacas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg.....	108
3. Enraizamento (E%), calogênese (Calo), retenção de folhas (RF), massa seca de raiz (MSR) e mortalidade de estacas (MOR) de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg coletadas no período do outono, inverno e primavera, tratadas com diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB).....	110

CAPÍTULO 6

1. Doses de adubação utilizada em fertirrigação para produção de miniestacas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg.....	125
2. Enraizamento e massa seca de raiz (MSR) de miniestacas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg coletadas em diferentes épocas do ano. UFRGS, Porto Alegre, 2016.....	132

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
1. Espécime em floração (A) e detalhe da flor (B) de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg. Parque Natural Morro do Osso, Porto Alegre, 2016.....	6
2. Frutificação de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg. Parque Natural Morro do Osso, Porto Alegre, 2016.....	7
CAPÍTULO 1	
1. Localização dos municípios de Barão do Triunfo e Porto Alegre, RS.....	39
CAPÍTULO 2	
1. Localização dos municípios de Barão do Triunfo e Porto Alegre, RS.....	57
2. Germinação (A), Tempo Médio de Germinação (TMG) (B) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (C) de sementes de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg para os diferentes locais de coleta, submetidas à presença ou ausência de luz, durante 90 dias. UFRGS, Porto Alegre, RS.....	60
3. Germinação (A), Tempo Médio de Germinação (TMG) (B), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (C) e formação de plântulas (D) em sementes de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg para os diferentes locais de coleta, durante 90 dias. UFRGS, Porto Alegre, RS.....	63
CAPÍTULO 3	
1. Germinação (A), Tempo Médio de Germinação (TMG) (B), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (C) e formação de plântulas (D) em sementes de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg armazenadas a 8 e 25 °C. UFRGS, Porto Alegre, RS.....	78

CAPÍTULO 4

1. Retenção de folhas de estacas semilenhosas de *Campomanesia aurea* O. Berg em diferentes concentrações de Ácido Indolbutírico (AIB). UFRGS, Porto Alegre, 2015 99
2. Mortalidade de estacas semilenhosa de *Campomanesia aurea* O. Berg em diferentes concentrações de Ácido Indolbutírico (AIB). UFRGS, Porto Alegre, 2015..... 100

CAPÍTULO 5

1. Dados climáticos de temperatura média (°C) e precipitação total (mm) no ano de 2015 obtidos da estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Porto Alegre..... 105
2. Enraizamento de estacas de *Campomanesia aurea* O. Berg coletadas em diferentes épocas do ano tratadas com diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB)..... 108

CAPÍTULO 6

1. Médias mensais das temperaturas mínimas, médias e máximas em Porto Alegre, RS, durante o período de condução do experimento..... 125
2. Sobrevivência de minicepas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada, por estação do ano. UFRGS, Porto Alegre, 2016..... 128
3. Condutividade elétrica (mS cm^{-1}) pelo método *Pour Thru* do substrato e sobrevivência de minicepas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada. UFRGS, Porto Alegre, RS, 2016..... 128
4. Produtividade de miniestacas por minicepas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada, por estação do ano. UFRGS, Porto Alegre, 2016..... 130
5. Enraizamento de miniestacas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada. UFRGS, Porto Alegre, 2016 134

CAPÍTULO 7

1. Temperatura média (°C) de Porto Alegre, RS obtida da Estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)..... 155

	Página
2. Altura de mudas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg submetidas a doses de fertilizante de liberação controlada ao longo de 270 dias de cultivo. Porto Alegre, 2017.....	155
3. Altura (A), diâmetro de colo (B), número de ramificações (C) e área foliar (D) de mudas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg submetidas a doses de fertilizante de liberação controlada. Porto Alegre, 2017.....	156
4. Índice de clorofila Falker a (A) b (B), total (C) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (D) de mudas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg submetidas a doses de fertilizante de liberação controlada. Porto Alegre, 2017.....	157
5. Massa seca da parte aérea (A) e massa seca de raiz (B) de mudas de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg submetidas a doses de fertilizante de liberação controlada. Porto Alegre, 2017.....	157
6. Concentração de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu) zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e boro (B) por planta de <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg submetidas a doses de fertilizantes de liberação controlada. Porto Alegre, 2017.....	159

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui seis Biomas distribuídos por sua vasta extensão territorial, cuja heterogeneidade de solos, clima e relevo proporciona uma variedade florística enorme, sendo considerado o país com maior diversidade de plantas do mundo, com mais de 32 mil espécies, somando angiospermas e gimnospermas (Zappi *et al.*, 2015). Apesar da grande variedade de espécies, a maior parte daquelas utilizadas com fins ornamentais, propagadas e comercializadas no território brasileiro, ainda é de espécies exóticas.

O Rio Grande do Sul tem o diferencial de possuir dois Biomas, Mata Atlântica e Pampa, com enorme riqueza de espécies, muitas delas endêmicas, de beleza peculiar e cujo desconhecimento torna seu uso pela floricultura insignificante frente às grandes potencialidades existentes.

A floricultura é uma atividade bastante rentável, principalmente para pequenas propriedades com mão de obra familiar, sendo uma atividade econômica que vem crescendo em importância para agronegócio brasileiro. O Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor em área cultivada e em número de produtores e o terceiro no consumo *per capita* de flores e plantas ornamentais (Neves & Pinto, 2015).

A abertura de novos nichos de mercado, através da caracterização e introdução de plantas nativas pode trazer um novo impulso para a floricultura, criando alternativas aos produtores rurais. É crescente o número de estudos que buscam identificar espécies nativas do Bioma Pampa com potencial ornamental, cujos resultados confirmam a possibilidade de uso pela floricultura. Como exemplo pode-se citar *Baccharis articulata*, *B. usterii*, *Hypericum connatum*, *Myrcine umbellata*, *Schinus lentiscifolius*, *S. terebinthifolius*, *Colletia paradoxa*, *Daphnopsis racemosa*, *Eriocaulon magnificum*, *Maytenus muelleri*, *Scoparia ericacea*, *Senecio bonariensis*, *Solanum granulosoleprosum*, *Campomanesia aurea*, entre tantas outras (Stumpf *et al.*, 2009a; Stumpf 2009b). Apesar disso, ainda são escassos os trabalhos fitotécnicos a respeito dessas espécies que venham a viabilizar sua utilização pelo setor da floricultura.

O cultivo de plantas nativas contribui para preservar e valorizar as espécies, possibilitando a criação de projetos paisagísticos com identidade regional e representando um diferencial no mercado. Além disso, são espécies que evoluíram sob determinadas condições de clima e solo favorecendo sua adaptação.

Campomanesia aurea é uma espécie que pertence à família Myrtaceae, com distribuição nos estados do sul do Brasil. A espécie possui potencial ornamental para uso como planta de jardim ou vaso, devido ao porte reduzido, floração intensa e aromática (Stumpf, 2009). Não há relatos de cultivo e de exploração econômica da espécie, sendo encontrada apenas em campos nativos.

A espécie apresenta frutos comestíveis e propaga-se naturalmente por sementes, porém a propagação vegetativa é utilizada para um grande número de espécies ornamentais, podendo ser uma importante alternativa para a produção de mudas. Entretanto, não há informações científicas sobre características físicas e químicas dos frutos e sobre nenhuma das formas de propagação. Assim, conhecimentos básicos a respeito das características de frutos, poder germinativo, das condições de armazenamento e da longevidade das sementes, da possibilidade de propagação vegetativa, além de informações a respeito das exigências nutricionais para cultivo, são úteis para o emprego da espécie em escala comercial, de forma sustentável e possibilitando a conservação do patrimônio genético.

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi caracterizar os frutos, estudar a propagação e a adubação de *C. aurea*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Floricultura

A floricultura é o conjunto de atividades produtivas e comerciais relacionadas ao mercado das espécies vegetais cultivadas com finalidades ornamentais. No Brasil a área cultivada com plantas ornamentais é de 13,4 mil hectares, envolvendo 7,8 mil produtores trabalhando em propriedades que têm em média 1,7 hectares (Sebrae, 2015).

No Rio Grande do Sul, o setor de plantas ornamentais envolve 1.519 produtores, que trabalham numa área total de 894 hectares. No estado, a demanda por flores e plantas anuais para forração é completamente atendida pelos produtores locais. Entretanto, plantas para paisagismo, jardinagem e flores de vaso ainda são oriundas dos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro (Sebrae, 2015).

Nos últimos anos, o setor da floricultura tem apresentado crescimento mesmo diante da crise econômica do país. No ano de 2016 o crescimento do setor foi de 6%, menor que o observado nos anos anteriores, onde o mercado estava em expansão (Junqueira & Peetz, 2017). Embora as previsões sejam de estabilização para os próximos anos, o segmento da floricultura tem crescido muito acima dos demais setores da economia. No entanto, ainda existem nichos de mercado pouco explorados, que poderiam contribuir para retomada do crescimento do setor. Exemplo disso, é o cultivo de espécies nativas, visto a grande diversidade de espécies presentes nos diferentes biomas brasileiros, especialmente no Pampa, cuja vegetação campestre apresenta elevada diversidade e potencialidade ainda pouco aproveitada para essa finalidade.

A inclusão de plantas nativas na floricultura é uma estratégia de mercado considerável, pois apresentam características diferenciadas e originalidade de cores, formatos e texturas, sendo uma alternativa para produtores, atacadistas, varejistas e consumidores finais (Stumpf *et al.*, 2009a).

2.2 Bioma Pampa

Estimativas apontam que existem aproximadamente 2.150 espécies de plantas superiores no Bioma Pampa (Boldrini *et al.*, 2015), sendo que destas, pelo menos 250

espécies distribuídas em 54 famílias, já foram identificadas com potencial ornamental para uso em arte floral e paisagismo (Stumpf *et al.*, 2012). Contudo, poucas pesquisas têm sido desenvolvidas sobre a propagação dessas espécies. Como exemplo, pode-se citar os estudos de propagação *in vitro* de *Alternanthera hirtula* (Flores *et al.*, 2016), propagação vegetativa de *Baccharis articulata*, *Baccharis trimera* e *Baccharis stenocephala* (Bona *et al.*, 2005), *Glandularia marruboides* (Campos & Petry, 2009), *Peltodon rugosus* (Martini *et al.*, 2014), germinação de sementes de *Baccharis hyemalis*, *Campuloclinium macrocephalum*, *Eupatorium intermedium*, *Eryngium eriophorum*, *Eryngium pandanifolium*, *Eryngium elegans*, e *Macrosiphonia pinifolia* (Tognon *et al.*, 2013).

Estudos fitotécnicos de plantas nativas do Bioma Pampa são importantes para melhor aproveitamento de espécies nativas, não apenas fins alimentícios, medicinais, ornamentais, mas também pela existência de pelo menos 500 espécies de plantas endêmicas que podem ser extintas devido à diminuição gradativa de área do Bioma, pela expansão das monoculturas agrícolas e da silvicultura com espécies exóticas (Vélez-Martin *et al.*, 2015).

Além da substituição dos campos nativos pela agricultura e silvicultura, a introdução de pastagens exóticas, a destruição de áreas úmidas por drenagem ou barramento, a ocorrência de queimadas, o sobrepastejo e pisoteio pelo gado, as invasões biológicas, a poluição, a urbanização, a mineração, entre outros, também são causas da descaracterização da paisagem do Pampa (Bencke, 2009).

Embora o Brasil apresente grande extensão geográfica, amplitude de clima, diversidade de solos e uma flora bastante variada, o setor da floricultura ainda é pouco desenvolvido frente ao grande número de espécies nativas com potencial ornamental, que poderiam incrementar o mercado interno e externo (Bianchetti & Miranda, 2012).

Neste sentido, o conhecimento sobre as características dos frutos, especialmente quanto comestíveis, informações sobre a propagação e adubação de espécies nativas, constitui uma importante opção para alavancar o setor da floricultura regional e também para preservação de recursos genéticos. Essas informações apresentam efeito direto para a economia e para o meio ambiente, visto que a sobrevivência de segmentos como o de flores e plantas ornamentais, depende diretamente de recursos naturais vegetais e de sua variabilidade genética para a diversificação e introdução de novos produtos no mercado (Bianchetti & Miranda, 2012). Além disso, a colocação de espécies nativas em cultivo é uma forma de preservação dos recursos genéticos *ex situ* e de valorização, uma vez que se aumenta a visibilidade e a importância econômica (Heiden *et al.*, 2006).

2.3 *Campomanesia aurea* O. Berg.

Dentre as espécies do Bioma Pampa já descritas com potencial ornamental, mas ainda não cultivadas comercialmente, destaca-se *Campomanesia aurea* O. Berg (Figura 1). A espécie pertence à família Myrtaceae e é conhecida popularmente como guabirobinhado-campo ou araçá-rasteiro (Lorenzi, 2006). Ocorre no planalto meridional do sul do Brasil em áreas ocupadas pelos campos gramíneos ou arbustivos, principalmente no Rio Grande do Sul (Reitz, 1977), distribuindo-se até o Paraná, limite norte brasileiro da espécie, onde ocupa áreas abertas sob domínio da Floresta Ombrófila Mista (Lima *et al.*, 2011). A planta tem porte subarbustivo com até um metro de altura, apresenta caule lenhoso e ramificado (Stumpf, 2009).

A espécie possui potencial ornamental devido ao porte arbustivo, formato irregular, floração intensa e aromática. Pode ser utilizada em jardins, na composição de maciços, bordaduras ou como planta de destaque e também ser cultivada em vaso (Stumpf, 2009). A floração se estende de outubro a janeiro, com o amadurecimento dos frutos de dezembro a fevereiro (Lorenzi, 2006).

Os frutos são bagas globosas de cor verde ou amarela, com polpa suculenta doce-acidulada e são consumidos *in natura* (Lorenzi, 2006) (Figura 2). As folhas são utilizadas na medicina popular para o tratamento de diarreia e males da bexiga e uretra (Cruz & Kaplan, 2004) e possuem 0,2% de óleo essencial (40,3%) (Limberger *et al.*, 2001).

Várias espécies da família Myrtaceae, como *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba), *C. phaea* (cambuci), *Eugenia brasiliensis* (grumixama), *E. involucrata* (cereja-do-mato), *Myrcianthes pungens* (guabiju), *Psidium cattleianum* (araçá), entre outras, são indicadas para utilização em projetos de recuperação de áreas degradadas (Lorenzi, 1992). *C. aurea* poderia ser utilizada para esta finalidade, visto que se desenvolve a pleno sol (heliófita), apresenta xilopódio subterrâneo e tem ocorrência desde solos secos até margens de banhados (Reitz, 1977), demonstrando a elevada rusticidade da espécie.

Embora apresente possibilidade de uso pela floricultura e múltiplas potencialidades, como frutífera, medicinal e para recuperação de áreas degradadas ainda não há informações científicas detalhadas sobre a caracterização dos frutos, propagação e cultivo da espécie.



FIGURA 1. Espécime em floração (A) e detalhe da flor (B) de *Campomanesia aurea* O. Berg. Parque Natural Morro do Osso, Porto Alegre, RS, 2016.



FIGURA 2. Frutificação de *Campomanesia aurea* O. Berg. Parque Natural Morro do Osso, Porto Alegre, RS, 2016.

2.4 Caracterização físico-química de frutos

A família Myrtaceae apresenta várias espécies cujos frutos são comestíveis, a exemplo da *Psidium guajava* (goiaba), da *Eugenia uniflora* (pitanga) e da *Plinia* spp (jaboticaba). Porém, muitas espécies permanecem pouco exploradas para esta finalidade, como no caso do gênero *Campomanesia*.

Frutos de algumas espécies de *Campomanesia* são consumidos *in natura*, com possibilidade de aproveitamento também para fabricação de doces, licores, sucos e geleias (Lorenzi *et al.*, 2015). Espécies como *C. phaea*, *C. adamantium*, *C. xanthocarpa*, *C. pubescens* e *C. cambessedeanana*, são reconhecidas por suas propriedades nutricionais, pelo elevado conteúdo de compostos fenólicos e de antioxidantes e pelo teor de vitamina C (Vallilo *et al.*, 2005; Vallilo *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2009; Silva, 2009; Pereira *et al.*, 2012; Morzelle *et al.*, 2015).

Os frutos de *C. aurea* são bagas globosas de sabor doce-acidulado, que amadurecem de dezembro a fevereiro e são consumidos *in natura* (Lorenzi, 2006). Entretanto, faltam informações sobre a caracterização física e composição química dos frutos. Essas características são importantes para detectar variabilidade genética dentro de populações (Gonçalves *et al.*, 2013) e fornece subsídios para adequação do uso para o

consumo *in natura* e/ou industrialização (Chitarra & Chitarra, 2005), já que muitas espécies não domesticadas apresentam grande variação nesses atributos e sua diferenciação podem ser útil para programas de melhoramento genético. Além disso, características de tamanho, coloração e formato de fruto fazem parte de descritores importantes para identificação e diferenciação de espécies e no reconhecimento da planta a campo.

Avaliações das características químicas dos frutos, como sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) são de fácil execução e, somadas à análise do teor de vitamina C, podem ser utilizadas como indicadores de qualidade dos alimentos (Chitarra & Chitarra, 2005).

Os SST indicam a quantidade de sólidos dissolvidos no suco ou polpa, que no caso das frutas é constituído majoritariamente por açúcares, sendo expresso em °Brix, que representa a quantidade em gramas de açúcares a cada 100 mL de solução. A quantidade de açúcares é variável entre as espécies, cultivares, estádios de maturação e clima, sendo a principal substância química para a industrialização dos frutos (Chitarra & Chitarra, 2005).

A diferença no teor de SST entre espécies pode ser constatada em vários estudos com o gênero *Campomanesia*, em que foram verificados 12 °Brix para *C. xanthocarpa*, superior a 13 °Brix para *C. pubescens*, 11,58 °Brix para *C. lineatifolia*, 11,70 °Brix para *C. cambessedeanana*, 18,9 °Brix para *C. adamantium* e entre 7,30 e 13,3 °Brix para *C. phaea* (Santos *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2009; Balaguera *et al.*, 2009; Morzelle *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2015; Bianchini *et al.*, 2016).

Essa variação também é observada na acidez dos frutos, em que *C. xanthocarpa* apresentam 0,34% de ácido cítrico (Pereira *et al.*, 2012), e *C. adamantium* e *C. phaea* apresentam valores mais elevados de ATT, chegando a 1,2 e 3,0% de ácido cítrico, respectivamente (Vallilo *et al.*, 2005; Vallilo *et al.*, 2006). Em *C. cambessedeanana* foram observados os valores mais baixos de ATT (0,19%) entre as espécies do gênero já estudadas (Morzelle *et al.*, 2015).

Para *Eugenia uniflora*, (pitanga) espécie da mesma família, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio da Instrução Normativa de nº 136, de 31 de março de 1999, estabeleceu valores padrão referente às características químicas para frutos destinados à industrialização da polpa. Segundo o documento, os frutos devem ter no mínimo 6°Brix e acidez total de 0,92% de ácido cítrico (Lira Júnior *et al.*, 2007). Esses padrões são importantes quando se deseja comercializar frutos menos conhecidos, mantendo as características de sabor e a aceitabilidade dos consumidores a novos produtos no mercado.

O teor de vitamina C (ácido ascórbico) é considerado um dos componentes nutricionais mais importantes nas frutas, embora seu teor geralmente não ultrapasse 0,3%, sendo que, esta concentração varia de acordo com as condições de cultivo, armazenamento e processamento (Chitarra & Chitarra, 2005). O teor de vitamina C tende a diminuir com a maturação dos frutos (Chitarra & Chitarra, 2005). Este fato foi observado no estudo com *C. pubescens*, que mostrou diminuição dos teores de vitamina C no final do período de maturação e início da senescência (Silva *et al.*, 2009). Além disso, pesquisa realizada com 58 acessos de *C. phaea* oriundos de sementes coletadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, mostraram que os teores de vitamina C variam de 25,62 a 127,4 mg de ácido ascórbico em 100 g de polpa (Bianchini *et al.*, 2016), indicando que fatores genéticos e ambientais do local de origem dos acessos também podem influenciar esse parâmetro.

Com exceção da *C. phaea* que apresenta somente 33,37 mg de ácido ascórbico em 100 g⁻¹ (Vallilo *et al.*, 2005), as demais espécies de *Campomanesia* estudadas até o momento apresentam teor elevado de vitamina C, como observado para *C. xanthocarpa* (233,56 mg 100 g⁻¹), *C. adamantium* (234 mg 100 g⁻¹), *C. cambessedeani* (383,33 mg 100 g⁻¹) e *C. pubescens* (superior a 1000 mg 100g⁻¹) (Santos *et al.* 2009; Vallilo *et al.*, 2006; Morzelle *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2009). Os teores verificados para estas espécies foram superiores, inclusive, aos observados em goiaba (*Psidium guajava*) de 99,2 mg 100 g⁻¹, kiwi (*Actinidia chinensis*) 70,8 mg 100 g⁻¹ e laranja (*Citrus* spp) de 56,9 mg 100 g⁻¹ (TACO, 2011), consideradas fontes de vitamina C.

A caracterização físico-química de frutos de *C. aurea* oriundo de diferentes locais é importante para verificar diferenças entre populações, a fim de selecionar aquelas com características interessantes sobre o ponto de vista produtivo e nutricional para propagação.

2.5 Propagação sexuada

A maioria das plantas cultivadas e silvestres é propagada via semente (Floss, 2011). Dessa forma, é fundamental o entendimento dos fatores envolvidos para a obtenção da máxima germinação, bem como, das condições de armazenamento para manutenção da viabilidade e do vigor das sementes.

A germinação de sementes pode ser conceituada como o fim do período de repouso fisiológico, tendo a embebição como a primeira etapa e, como fase final, a protrusão da raiz primária sobre o aspecto fisiológico, ou a formação da plântula sobre o aspecto da tecnologia de sementes (Marcos Filho, 2015).

A porcentagem, a uniformidade e a velocidade de germinação são influenciadas por fatores intrínsecos ligados ao genótipo, maturidade de sementes, dormência e sanidade, entre outros, e também por fatores extrínsecos relacionados com disponibilidade de água, temperatura, oxigênio e luz (Marcos Filho, 2015).

2.5.1 Maturação de sementes

As sementes possuem a capacidade de germinar antes de atingir a maturidade fisiológica, porém, os valores máximos de germinação e de formação de plantas vigorosas geralmente ocorrem em épocas próximas ou coincidentes com o máximo acúmulo de matéria seca, com exceção de sementes contidas em frutos carnosos, onde o máximo vigor é verificado pós-maturidade fisiológica (Marcos Filho, 2015).

Em frutos carnosos, como os de *C. aurea*, ocorrem transformações físicas, químicas e bioquímicas, como a formação de sementes, elevação da atividade respiratória, síntese de etileno, síntese de carotenoides e flavonoides, modificação na textura, hidrólise de reserva, interconversão de açúcares, síntese e/ou degradação de ácidos orgânicos entre outros (Chitarra & Chitarra, 2005).

Em *Eugenia pyriformis* e *E. involucrata* a coloração do epicarpo é eficiente para a determinação do ponto de colheita de frutos para a extração de sementes, podendo ser utilizada como um indicativo da maturidade fisiológica, refletindo em maiores porcentagens de germinação e desenvolvimento de plântulas (Oro *et al.*, 2012). A coloração dos frutos também se mostrou um parâmetro prático e eficaz para a identificação do ponto de maturidade fisiológica de sementes de *E. uniflora*, pois apresenta relação com a umidade das sementes, com o acúmulo de massa seca e com a germinação, tamanho e peso de frutos (Avila *et al.*, 2009).

Em *Campomanesia xanthocarpa* a coloração amarelo-laranja ou amarelo intenso do epicarpo demonstrou ser um indicativo consistente de maturidade fisiológica das sementes, pois esteve relacionada com a germinação, índice de velocidade de germinação, massa seca de polpa, e também com a diminuição da umidade de sementes com o aumento do grau de maturação dos frutos (Herzog *et al.*, 2012).

A coloração dos frutos é um critério bastante prático e de fácil análise, embora a utilização de outros parâmetros como umidade de sementes e concentração de sólidos solúveis também possam ser utilizados para determinação da maturação dos frutos e sementes. Em *C. adamantium*, por exemplo, a quantidade de sólidos solúveis teve correlação linear crescente com a germinação, sendo que sementes colhidas de frutos com

20 °Brix apresentaram 100% de germinação, enquanto que sementes de frutos com 14 °Brix germinaram 80% (Melchior *et al.*, 2006).

2.5.2 Fotoblastismo

A percepção da luz pelas sementes ocorre através do pigmento fitocromo, que absorve luz vermelha e vermelho extremo (Kerbaudy, 2013). De forma geral, as sementes são divididas em fotoblásticas neutras, positivas e negativas. A maioria das espécies cultivadas é fotoblástica neutra, ou seja, a germinação ocorre independente da presença ou ausência de luz. Para espécies com sementes fotoblásticas positivas o efeito da luz é benéfico, desencadeando a síntese de hormônios e enzimas, o controle respiratório, a permeabilização do tegumento ao oxigênio e o metabolismo dos lipídeos. Para as fotoblásticas negativas, a baixa concentração de fitocromo na forma ativa, pela exposição a períodos de escuro ou exposição rápida a radiação vermelho extremo, são suficientes para iniciar o processo de germinação (Marcos Filho, 2015).

A radiação solar que atinge a superfície terrestre tem comprimentos de onda que variam de 290 a 3.000 nm, entretanto apenas a faixa de 400 a 700 nm compõe a radiação fotossinteticamente ativa aproveitada pelas plantas (Larcher, 2004). Ao passar pelo dossel, os comprimentos de onda na região do vermelho e do azul são absorvidos pelas plantas, de forma que, maior proporção de vermelho extremo em relação ao vermelho chega à superfície do solo nessas condições (Ferreira & Borghetti, 2004). A alteração no espectro da radiação que chega ao solo também é influenciada pela camada de serrapilheira, mesmo não havendo folhas verdes do dossel da vegetação (Takaki, 2015). Essa variação na intensidade luminosa na superfície do solo faz com que diferentes espécies ocupem nichos específicos do ambiente ao qual apresentam maior adaptação.

A presença de fitocromo é o que permite às sementes responder às variações ambientais (Gualtieri & Fanti, 2015). O fitocromo é uma cromoproteína solúvel presente na célula do eixo embrionário. Sua conversão para a forma ativa (F_{VD}) ocorre com a exposição da forma inativa (F_V) a radiações na faixa de 660 nm (vermelho), enquanto que a exposição da forma ativa à comprimentos de onda de 730 nm (vermelho extremo), ou sua permanência no escuro, o fitocromo assume a forma inativa. O fitocromo na forma ativa em concentração suficiente inicia o processo germinativo, mediante a síntese de hormônios e o reinício da transcrição genética (Marcos Filho, 2015).

O fitocromo ativo é responsável pela expressão gênica que leva à síntese de giberelinas no embrião, que por sua vez, levam a síntese de enzimas como a α -amilase,

ribonuclease e protease, que desencadeiam o processo de germinação. Já o fitocromo inativo é responsável pela síntese de ácido abscísico, que inibe a germinação (Floss, 2011).

Geralmente, espécies pioneiras, não germinam em condições de baixa relação radiação vermelho: vermelho extremo, pois não será um ambiente propício para o desenvolvimento da plântula resultante, visto que haverá baixa incidência de radiação azul e vermelha importantes para a fotossíntese (Takaki, 2015). De forma geral, espécies de crescimento rápido respondem positivamente à luz, com aumento da porcentagem de germinação e velocidade de desenvolvimento das plântulas (Ferreira & Borghetti, 2004).

A resposta das sementes à luz não é um caráter absoluto, dependendo de fatores como maturação, tempo de armazenamento, integridade do tegumento, disponibilidade hídrica, temperatura entre outros (Kerbaui, 2013). O fotoblastismo difere entre as espécies de uma mesma família, dentro da mesma espécie e até na mesma planta, o que trás vantagens ecológicas, pois pelo menos algumas sementes germinarão independente da condição de luz do ambiente. Outros fatores como temperatura, secagem, armazenamento e as condições na qual a planta gerou as sementes podem ser responsáveis pelas diferentes respostas da germinação à luz (Klein & Felipe, 1991).

Para as espécies da família Myrtaceae já foram descritos todos os tipos de comportamento em relação ao fotoblastismo. Comportamento fotoblástico neutro foi observado para *Eugenia brasiliensis*, *E. involucrata*, *E. pyriformis*, *E. uniflora*, (Lamarca *et al.*, 2011) e *Blepharocalyx salicifolius* (Rego *et al.*, 2009). Fotoblastismo positivo foi descrito para *Campomanesia guazumifolia*, *Acca sellowiana*, *Myrcianthes pungens* e *Psidium cattleianum* (Santos *et al.*, 2004) e *Curitiba prismatica* (Rego *et al.*, 2011). Em *Campomanseia pubescens* houve germinação superior a 90% independente da condição de luminosidade. Contudo, na condição de ausência de luz foram observados maior germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), independente da temperatura e do substrato utilizado, resultando na classificação desta espécie como fotoblástica negativa (Dousseau *et al.*, 2011).

2.5.3 Armazenamento de sementes

O armazenamento de sementes visa prolongar sua viabilidade por períodos variáveis, permitindo sua conservação em bancos de germoplasma ou seu uso posterior para a produção de mudas (Silva & Ferraz, 2015).

O potencial de armazenamento de sementes é influenciado por fatores genéticos, fisiológicos e do ambiente durante a maturação, assim como, pelas etapas pós-colheita.

Entretanto, para prolongar a viabilidades das sementes armazenadas, a redução da temperatura e do teor de água das sementes são os procedimentos mais importantes a serem feitos (Silva & Ferraz, 2015).

A temperatura afeta diretamente a velocidade das reações químicas, acelera a respiração e o desenvolvimento de micro-organismos, sendo que, sua redução dentro dos limites de cada espécie, beneficia a conservação das sementes (Marcos Filho, 2015). Há três tipos básicos de comportamento das sementes quanto à tolerância à desidratação e ao período de armazenamento, as recalcitrantes, as intermediárias e as ortodoxas.

Sementes recalcitrantes não toleram perda de umidade inferior a 15%, perdendo a maioria de sua germinabilidade e devem ser armazenadas em temperatura inferior a 5 °C quando são de origem temperada, e maior que 10 °C quando são de origem tropical. Sementes intermediárias podem ser secas até cerca de 10 a 12% de umidade, e devem ser armazenadas nas mesmas temperaturas indicadas para sementes recalcitrantes. As sementes ortodoxas podem ser armazenadas com 5% de umidade ou menos e em temperatura de -20 °C (Hong & Ellis, 1996).

Nas sementes ortodoxas a tolerância ao dessecamento é adquirida ainda na planta mãe, ao final da embriogênese, quando as sementes entram em dessecamento natural, o que causa a redução de seu metabolismo. Para as sementes recalcitrantes não há o processo de dessecação ao final da maturação (Silva & Ferraz, 2015). Essa característica faz com que as sementes recalcitrantes germinem assim que liberadas das plantas-mãe, apresentando vantagens na competição com outras espécies. Entretanto, é prejudicial para a conservação das sementes, pois precisam ser armazenadas com teor de água relativamente alto e são metabolicamente muito ativas mesmo após a maturidade, o que limita seu armazenamento por apenas alguns meses (Marcos Filho, 2015).

Pouco se conhece a respeito do comportamento de grande parte das espécies nativas durante o armazenamento de sementes (Silva & Ferraz, 2015). Muitas espécies da família Myrtaceae como *Eugenia brasiliensis* (Kohama *et al.*, 2006), *E. pyriformis* (Scalon *et al.*, 2012), *E. uniflora* (Comin *et al.*, 2014), *E. pleurantha* e *Myrcia venulosa* (Mayrinck *et al.*, 2016) apresentam sementes recalcitrantes e com baixo potencial de armazenamento.

Estudos sobre o armazenamento de sementes do gênero *Campomanesia* ainda são escassos e as informações existentes mostram comportamento diferenciado entre as espécies. A secagem das sementes de *C. pubescens* para teores de água inferiores a 30% provocou redução da qualidade fisiológica, com diminuição do vigor e da porcentagem de plântulas normais, sendo classificadas como recalcitrantes (Dousseau *et al.*, 2011). Da

mesma forma, sementes de *C. adamantium* apresentaram diminuição da germinação quando submetidas à secagem (27% grau de umidade) e armazenamento por 18 dias. A maior porcentagem de germinação (76%) foi conseguida para sementes recém-processadas (Dresch *et al.*, 2012). Ainda para *C. adamantium* o armazenamento por apenas 30 dias causou redução na formação de plântulas normais independente do conteúdo de água das sementes e do ambiente de armazenamento testado, reforçando a hipótese que a espécie não tolera dessecação e armazenamento (Dresch *et al.*, 2014). Entretanto, sementes de *C. phaea* armazenadas sem secagem em condição de câmara fria mostraram germinação superior a 95% após 240 dias (Maluf & Pisciotano-Ereio, 2005).

Devido ao fato de que os períodos de colheita de sementes normalmente não coincidem com as épocas de plantio mais indicadas (Scalon *et al.*, 2013), informações sobre a possibilidade de armazenamento e as condições adequadas são essenciais para a manutenção da qualidade e da longevidade das sementes, e também para viabilizar a produção escalonada de mudas de qualidade durante o ano.

2.5.4 Sementes poliembriônicas

O desenvolvimento assexuado do embrião a partir de uma célula somática da planta-mãe é denominado apomixia. A embriogenia adventícia é um dos mecanismos de apomixia pelo qual o embrião se desenvolve a partir de células somáticas do óvulo ou das paredes do ovário, sem que haja formação de saco embrionário. Este processo acarreta na formação de sementes com mais de um embrião ou poliembriônicas, sendo que um dos embriões resultado da fecundação cruzada e os demais clones da planta-mãe (Marcos Filho, 2015).

Dentre as possíveis vantagens da poliembrionia estão a maior chance de adaptação e sobrevivência de um dos genótipos, compensação de embriões mal formados, seleção de zigotos mais aptos e vigorosos, e compensação da redução do número de sementes com aumento do número de embriões. As desvantagens são o tamanho diferente dos embriões e plântulas da mesma semente, a redução de recursos para cada embrião e a formação de plântulas de menor vigor, que podem ocasionar problemas de estabelecimento e reduzir capacidade de resposta a fatores bióticos e abióticos (Mendes-Rodrigues, 2010).

A presença de sementes poliembriônicas para família Myrtaceae é conhecida para os gêneros *Myrciaria*, *Eugenia* e *Syzygium* (Gurgel & Soubihe Sobrinho, 1951). Em *S. cumini* foi verificado até quatro embriões com a formação de no máximo três plantas por semente (Sivasubramaniam & Selvarani, 2012). Outros trabalhos relatam poliembrionia

em sementes de espécies do gênero *Plinia*. Em *P. jabuticaba* e *P. peruviana*, foram verificadas 1,46 e 1,19 plantas por semente, respectivamente (Wagner Júnior *et al.*, 2011). Já para *P. cauliflora* a taxa de poliembrião foi de até 37,5%, havendo emergência de duas até cinco plantas por semente (Danner *et al.*, 2011).

Fatores como a idade da planta-mãe, produção de frutos, estado nutricional, polinização, temperatura e fotoperíodo podem afetar o número de embriões da semente (Mendes-Rodrigues, 2010).

2.6 Propagação vegetativa

A propagação vegetativa consiste em utilizar partes de uma planta para formar novos indivíduos geneticamente idênticos à planta matriz (Ingels, 2010). Várias técnicas de propagação vegetativa são conhecidas e utilizadas, dentre elas a enxertia, mergulhia, estaquia, além do uso de estruturas especializadas, como estolões, rebentos e rizomas e da micropropagação (Fachinello *et al.*, 2005).

A estaquia é um dos principais métodos de propagação vegetativa, sendo extensivamente utilizada para clonagem e propagação de espécies de uso florestal, frutícola e ornamental (Hartmann *et al.*, 2011). O termo estaquia é utilizado para denominar o método que consiste em colocar segmentos caulinar, foliar ou radicular em ambiente propício para formação de raízes e/ou desenvolvimento de brotações, visando à formação de novas plantas (Fachinello *et al.*, 2005; Xavier *et al.*, 2013).

A viabilidade da estaquia é dependente da facilidade de enraizamento de cada espécie ou cultivar e da qualidade do sistema radicular formado, que determinará o desenvolvimento das mudas no campo (Fachinello *et al.*, 2005). Para que seja viável a propagação de uma espécie por estaquia, é desejável que o enraizamento seja superior a 50% (Hartmann *et al.*, 2011). Entretanto, esse valor pode se tornar relativo em função da importância ecológica, alimentícia ou econômica de cada espécie.

Vários fatores endógenos e exógenos influenciam no processo de rizogênese, dentre eles o genótipo, o balanço hormonal endógeno, a condição nutricional e fitossanitária, e a idade ontogenética das plantas matrizes, além das condições ambientais do leito de enraizamento (Fachinello *et al.*, 2005; Hartmann *et al.*, 2011; Xavier *et al.*, 2013).

2.6.1 Fatores endógenos das plantas matrizes

A propagação por estaquia é possível devido à capacidade que as células vegetais têm de reverter sua condição diferenciada para meristemática e formar raízes adventícias

(Hartmann *et al.*, 2011). Esse processo é dependente de uma série de fatores, como o genótipo, as condições fisiológicas e o balanço hormonal da planta matriz, que são grandemente influenciados pelas variações sazonais (Fachinello *et al.*, 2005; Xavier *et al.*, 2013).

A capacidade de formar raízes adventícias é um fator geneticamente controlado e difere entre espécies e dentro de clones de uma mesma espécie (Xavier *et al.*, 2013). Além disso, as condições fisiológicas da planta matriz relacionadas à nutrição e à juvenilidade são especialmente importantes em espécies de difícil enraizamento.

O equilíbrio nutricional das plantas matrizes é essencial para a obtenção de índices satisfatórios de enraizamento (Alfenas *et al.*, 2004). A disponibilidade de nutrientes pode influenciar a formação de raízes adventícias em decorrência do vigor vegetativo da planta matriz e do *status* nutricional do propágulo coletado, sendo muitas vezes, mais determinante que o uso de reguladores de crescimento (Xavier *et al.*, 2013).

A nutrição também tem efeito na quantidade de carboidratos, que são fonte de energia e carbono para síntese de outras substâncias importantes na formação de raízes (Xavier *et al.*, 2013). A quantidade de carboidratos varia conforme a época do ano, sendo que nas épocas de crescimento mais ativo (primavera/verão) as plantas apresentam teores de carboidratos mais baixos, enquanto que plantas em repouso vegetativo (outono/inverno) apresentam ramos mais lignificados, com maior quantidade de reservas (Fachinello *et al.*, 2005). Os teores de carboidratos armazenados geralmente se correlacionam positivamente com a sobrevivência e enraizamento das estacas (Xavier *et al.*, 2013). Nesse sentido, deve-se evitar a coleta de propágulos na estação de florescimento das plantas, pois as flores são drenos importantes e podem competir por fotoassimilados com a formação de raízes (Hartmann *et al.*, 2011).

A época de coleta de estacas pode ter influência na capacidade de formação de raízes, pois além de interferir na quantidade de reservas, tem efeito sobre fatores relacionados ao balanço hormonal endógeno e presença de cofatores. Além disso, também apresenta relação com a temperatura no leito de enraizamento, em situações em que esta não é controlada.

As auxinas são fitohormônios com maior efeito para indução de raízes adventícias em estacas, agindo também na ativação de células do cambio, na promoção do crescimento de plantas, na inibição das gemas laterais e abscisão de folhas e frutos (Fachinello *et al.*, 2005). Os níveis de auxina nas plantas são controlados por variações nas velocidades de síntese, destruição e inativação. A velocidade de síntese é influenciada por variações

ambientais e fisiológicas da planta, de forma que, para algumas espécies, maiores concentrações são observadas na primavera-verão e menores no período de repouso vegetativo, outono-inverno (Floss, 2011).

A biossíntese de auxina está associada a tecidos que se dividem e crescem rapidamente e, embora todos os tecidos vegetais possam produzir níveis baixos, os meristemas apicais de caules, folhas e frutos jovens são os sítios principais de síntese (Taiz *et al.*, 2017). A concentração de auxina se mantém alta nos locais de síntese e regiões de crescimento ativo, sendo muito baixa, porém, em tecidos adultos já diferenciados (Floss, 2011). Por esse motivo, épocas de crescimento vegetativo intenso são as mais indicadas para coleta de estacas de espécies de difícil enraizamento (Fachinello, 2005).

Além dos fitohormônios, outras substâncias produzidas naturalmente pelas folhas, denominadas cofatores, podem atuar sinergicamente com as auxinas na formação de raízes adventícias (Hartmann *et al.*, 2011). O triptofano é um difenol considerado cofator para o enraizamento, cuja aplicação exógena apresentou efeitos positivos sobre o enraizamento e sobrevivência de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, considerado de difícil enraizamento (Goulart *et al.*, 2011). Somado a isso, na maioria das plantas a auxina é formada pela conversão do triptofano em ácido indolil-3-pirúvico que, por sua vez é descarboxilado em indolil-3-acetaldeído que por oxidação resulta em ácido indolacético (Kerbaudy, 2013).

Há evidências que existem fases do desenvolvimento vegetal que necessitam temporariamente de elevada concentração de AIA livre, ocorrendo a ativação da rota dependente de triptofano. O processo de enraizamento requer quantidades diferenciais de auxinas, dependendo da fase organogênica, sendo que a fase de indução demanda concentrações relativamente altas em comparação à fase de crescimento. Após a formação do primórdio radicular, a concentração de auxina favorável à indução do enraizamento torna-se inibitória ao crescimento da raiz, havendo, portanto, uma regulação das vias de biossíntese em resposta a diferentes estágios de desenvolvimento (Kerbaudy, 2013).

Dessa forma, existem espécies de fácil enraizamento, em que há a presença de todas as substâncias necessária (auxinas e cofatores), - as moderadamente fáceis, nas quais a aplicação de auxina exógena favorece a emissão de raízes, - e aquelas de difícil enraizamento, onde há pouca ou nenhuma resposta à aplicação de auxinas e os cofatores são limitantes (Fachinello, 2005; Hartmann *et al.*, 2011). Assim, a aplicação exógena de reguladores de crescimento pode ser necessária para viabilizar a propagação de algumas espécies por estaquia, podendo apresentar ainda efeitos sobre a uniformidade, velocidade e

qualidade do sistema radicular formado (Dole & Wilkins, 2005; Hartmann *et al.*, 2011; Xavier *et al.*, 2013).

Várias auxinas sintéticas são utilizadas como promotoras de enraizamento: ácido indol-3-acético (AIA), ácido indol-3-butírico (AIB), ácido naftalenoacético (ANA) e o 2,4-diclorofenoxiacético (2,4 D). Para fins de enraizamento de estacas a mais utilizada é o AIB, pois apresenta maior estabilidade química, menor mobilidade e ausência de efeito tóxico numa ampla faixa de concentração, sendo efetivo para promover o enraizamento numa grande variedade de espécies (Fachinello *et al.*, 2005; Hartmann *et al.*, 2011; Xavier *et al.*, 2013).

O AIB é rapidamente metabolizado em AIB-aspartato e em outro conjugado com um polipeptídeo. A formação deste conjugado seria responsável por armazenar o AIB e pela sua liberação gradual, mantendo sua concentração adequada, principalmente durante as fases finais da formação de raiz (Salisbury & Ross, 2012).

2.6.2 Fatores ambientais para o enraizamento

As condições ambientais à quais as estacas ficam expostas no leito de enraizamento também podem influenciar no processo de rizogênese. Temperaturas dentro de certos limites favorecem a divisão celular na formação de raízes. Contudo, quando elevadas, podem promover o excesso de transpiração e causar a desidratação das folhas ou das próprias em estacas, quando são herbáceas ou semilenhosas, além favorecer a formação de brotos antes do enraizamento (Fachinello *et al.*, 2005).

Temperaturas mais elevadas no substrato em relação à temperatura do ar favorecem a atividade rizogênica na base da estaca e reduz a transpiração pela parte aérea. Para estacas e miniestacas de eucalipto (*Eucalyptus* spp) a temperatura ótima para o enraizamento fica em torno de 25-30 °C na zona de emissão de raízes e 20-25 °C nas folhas (Alfenas *et al.*, 2004).

Na ausência de raízes para absorver água perdida por transpiração, as estacas tendem a desidratar, sendo esta uma das principais causas de morte. Neste sentido, o uso de irrigação por nebulização intermitente e a manutenção da umidade relativa do ar acima de 80% no ambiente de enraizamento é desejável (Xavier *et al.*, 2013). Isso permite não apenas a redução da desidratação das estacas pela formação de uma película de água sobre as folhas, mas também a manutenção da atividade fotossintética (Fachinello, 2005). Além disso, a manutenção do propágulo hidratado é essencial para promover a pressão de turgor necessária à expansão celular, facilitando a emergência das raízes (Xavier *et al.*, 2013).

A luminosidade e o fotoperíodo devem ser adequados para a manutenção da capacidade fotossintética, tanto para manutenção do suprimento de carboidratos, quanto para a síntese de auxinas e cofatores responsáveis pela sobrevivência e enraizamento de estaca (Xavier *et al.*, 2013). O excesso de luminosidade pode levar ao fechamento estomático reduzindo assim a fotossíntese (Xavier *et al.*, 2013) e provocando atraso no enraizamento (Hartmann *et al.*, 2011). Além disso, condições de alta luminosidade tendem a causar nas estacas maior síntese de citocininas, que estão mais relacionadas ao crescimento da parte aérea do que do sistema radicular (Xavier *et al.*, 2013). Assim, a utilização de baixa intensidade luminosa sobre as plantas matrizes antes da coleta de estacas tende a favorecer o enraizamento, possivelmente devido à preservação das auxinas, que são substâncias fotolábeis (Fachinello *et al.*, 2005).

Da mesma forma, níveis de luminosidade abaixo do ideal são prejudiciais, pois resultam em maior utilização de carboidratos para a respiração, estiolamento e redução nos mecanismos de defesa, como cerosidade, espessura da cutícula foliar e índice estomático (Alfenas *et al.*, 2004). Somado a isso, duração do fotoperíodo pode afetar a formação de raízes, sendo que para algumas espécies dias longos ou iluminação contínua são mais efetivos que dias curtos (Hartmann *et al.*, 2011).

2.6.3 Minijardins

Além dos aspectos endógenos e ambientais do leito de enraizamento, a manutenção de plantas sob condições fitossanitárias adequadas, o rejuvenescimento, o manejo intensivo e o uso de genótipos selecionados podem ser úteis para promover ou melhorar a rizogenese, especialmente de espécies de difícil enraizamento. Neste sentido, a propagação vegetativa, sobretudo em espécies florestais, obteve muitos avanços com a produção de miniestacas produzidas em sistemas de minijardins clonais.

Os minijardins são áreas de multiplicação vegetativa formadas por um conjunto de minicepas, que objetivam fornecer brotações que serão utilizadas como propágulo para a estaquia. Essas áreas têm sido implantadas em locais protegidos e em condição envasada, sendo realizados tratamentos culturais constantes, como poda de manutenção e para a coleta de brotações, adubação, irrigação, controle de pragas, doenças e plantas invasoras (Xavier *et al.*, 2013).

Em espécies florestais com cultivo consolidado, como *Eucalyptus* spp. os minijardins são compostos por clones selecionados, obtidos por propagação vegetativa por meio de estaquia. Entretanto, para a maioria das espécies nativas estudadas até o momento,

devido às dificuldades de obtenção de materiais selecionados por propagação vegetativa, inicialmente os minijardins são implantados com mudas obtidas por sementes, como verificado para *Cedrela fissilis* (Xavier *et al.*, 2003), *Ilex paraguariensis* (Wendling *et al.*, 2007), *Erythrina falcata* (Cunha *et al.*, 2008), *Sapium glandulatum* (Ferreira *et al.*, 2010), *Piptocarpha angustifolia* (Ferriani *et al.*, 2011), *Psidium guineense*, *P. cattleyanum* (Altoé *et al.*, 2011), *Anadenanthera macrocarpa* (Dias *et al.*, 2012) e *Araucaria angustifolia* (Pires *et al.*, 2015).

Nesses casos, embora as brotações não sejam de fato clones de plantas selecionadas, como preconizado neste sistema, devido à maior juvenilidade das plantas que formam os minijardins é possível conseguir maiores porcentagens de enraizamento, visto que há um declínio no crescimento de brotações, no vigor e na formação de raízes adventícias com o aumento da idade das plantas matrizes (Hartmann *et al.*, 2011). A utilização da miniestaquia possibilitou aumentos na porcentagem de enraizamento, qualidade do sistema radicular e diminuição ou isenção do uso de fitohormônios no caso de espécies do gênero *Eucalyptus*, amplamente propagada com uso de minijardins (Alfenas *et al.*, 2004).

2.6.4 Propagação vegetativa em espécies da família Myrtaceae

A propagação vegetativa de espécies da família Myrtaceae, com exceção do gênero *Eucalyptus*, ainda é pouco difundida e encontra dificuldades devido, principalmente, à baixa capacidade de formar raízes adventícias da maioria das espécies estudadas.

Em *Campomanesia adamantium* foi verificado efeito da época de coleta na resposta à aplicação de auxinas exógenas (AIA e AIB), em que o máximo enraizamento (57%) foi verificado para estacas lenhosas colhidas em maio sem aplicação de fitoregulador (Martins *et al.*, 2015). Efeito semelhante foi observado em *Plinia cauliflora*, onde não houve resposta à aplicação de AIB e estacas lenhosas coletadas em janeiro apresentaram até 50% de enraizamento, enquanto que estacas apicais herbáceas, coletadas em outubro, tiveram no máximo 10% de enraizamento (Sasso *et al.*, 2010). Para *Acca sellowiana* não houve formação de raízes independente do tamanho (12 e 18 cm), da porção do ramo utilizada (apical, mediana e basal), do tipo de estaca utilizado (lenhosa e herbácea) e da concentração de AIB utilizada (0, 2.000, 4.000 e 8.000 mg L⁻¹) (Franzon *et al.*, 2004).

Ausência de efeito da aplicação de AIB no enraizamento também foram observados em estacas de *Melaleuca alternifolia* (Silva *et al.*, 2012), *Psidium guajava* (Colombo *et al.*, 2008) e *Myrceugenia exsucca* (Vidal *et al.*, 2010). Contudo, para outras espécies da família

Myrtaceae foi verificado efeito positivo da aplicação de AIB, por exemplo, em *Myrciaria dubia* que apresentou 58% de enraizamento com a aplicação de 200 mg L⁻¹, enquanto na testemunha (sem AIB), apenas 5% das estacas tiveram formação de raízes (Delgado & Yuyama, 2010). Em *Blepharocalyx cruckshanksii* foi observado o maior porcentual de enraizamento (41%) com a aplicação de 2.000 mg L⁻¹ (Vidal *et al.*, 2010).

Em *Eugenia uniflora*, houve enraizamento somente de estacas coletadas de plantas jovens de três anos de idade (38%) sem resposta à aplicação de AIB. Os autores ressaltam o efeito da juvenilidade da planta matriz nos resultados alcançados (Lattuada *et al.*, 2011). De forma semelhante, em *Psidium cattleianum* houve enraizamento superior a 95% com a utilização de ramos jovens, não havendo resposta à aplicação de AIB (Rodriguez *et al.*, 2016).

Dessa forma, o uso de minijardins, com a utilização de plantas em fase juvenil, demonstrou ser uma alternativa para a propagação de várias espécies da família Myrtaceae, pela adaptabilidade ao sistema de manejo e melhoria nos índices de enraizamento. Este fato pode ser constatado para *Eugenia uniflora* em que, com o uso de minijardins formados por *seedling*, o enraizamento foi superior a 97% na primeira coleta realizada no período de inverno (Peña *et al.*, 2015). Resultado semelhante foi observado para a mesma espécie em minijardim clonal formado por estacas enraizadas, em que os índices de enraizamento chegaram a 100% (Lattuada *et al.*, 2016).

Para *Psidium guineense*, *P. cattleianum* e *P. guajava* a produção média de miniestacas por minicepa por coleta variou entre 1,94 a 3,99; 2,00 a 4,83 e 1,92 a 3,62, respectivamente, em sete coletas realizadas durante um período superior a um ano, com enraizamento médio superior a 90% em todas as espécies (Altoé *et al.*, 2011). Para *P. guajava* em sistema de minijardim foi observado enraizamento médio de 89, 77 e 70% para as cultivares Paluma, Pedro Sato e Cortibel 6 (Freitas *et al.*, 2013).

Embora constatadas dificuldades no enraizamento de estacas para a maioria das espécies da família Myrtaceae, o manejo adequado e o uso de técnicas relativamente simples, como seleção de matrizes, rejuvenescimento e adubação, podem viabilizar a propagação vegetativa, constituindo uma alternativa importante para a produção de mudas.

2.7 Adubação

O conhecimento das necessidades nutricionais das espécies vegetais contribui para o uso racional dos fertilizantes, para o aumento de rendimento, melhoria na qualidade do produto colhido, redução da contaminação ambiental e aumento da rentabilidade (Floss,

2011). Entretanto, devido à grande diversidade de espécies, as exigências nutricionais ainda são pouco conhecidas. Dessa forma, os macro e micronutrientes devem estar disponíveis às mudas em quantidades adequadas, pois o excesso pode causar efeito fitotóxico e a deficiência pode reduzir ou paralisar seu crescimento (Gomes & Paiva, 2013).

A classificação em relação à sucessão ecológica a que as espécies pertencem pode servir de indicativo das necessidades nutricionais, visto que, espécies pioneiras, de crescimento mais rápido, apresentam maiores demandas, capacidade de absorção e taxa de acumulação de nutrientes nos tecidos vegetais em relação às espécies secundárias ou clímax (Gonçalves *et al.*, 2000). Contudo, estudos mais detalhados são importantes para cada espécie, fonte de nutrientes e fase de desenvolvimento das plantas.

Os nutrientes na fase de muda podem ser disponibilizados através do uso de fertirrigação periódica, e de adubação de base com fertilizante sólidos de alta solubilidade e/ou de liberação controlada (Kampf, 2005).

2.7.1 Fertilizante de liberação controlada

Os fertilizantes de liberação controlada são usados na adubação de base, ou seja, são incorporados diretamente no substrato antes do plantio e fornecem gradualmente os nutrientes para as plantas ao longo do tempo, diminuindo a possibilidade de injúria por excesso de adubação (Hartmann *et al.*, 2011).

Entre as vantagens da aplicação de fertilizante de liberação controlada estão o aumento da eficiência de aproveitamento dos nutrientes, (devido à redução das perdas por lixiviação, volatilização e fixação), ausência de efeito salino mesmo em altas doses e menor ou nenhuma necessidade de adubação de cobertura (Gonçalves *et al.*, 2000). A principal desvantagem é a perda do controle da fertilização, especialmente de macronutrientes primários como nitrogênio, fósforo e potássio, que geralmente são manipulados para regular a quantidade e o tipo de crescimento das plantas (Dole e Wilkins, 2005), no que diz respeito ao desenvolvimento vegetativo ou floração.

Existem dois tipos básicos de fertilizante de liberação controlada, que incluem os *pellets* (grânulos recobertos solúveis em água) e materiais inorgânicos de baixa solubilidade (Hartmann *et al.*, 2011). Nos *pellets*, a cobertura porosa de polímeros permite que a água chegue aos nutrientes no interior dos grânulos e os solubilize, resultando numa solução concentrada de nutrientes que é disponibilizada gradualmente para as plantas. O período de liberação dos nutrientes varia conforme o material de revestimento, e

principalmente, com a umidade e temperatura do ambiente, cujos aumentos resultam em maior disponibilização (Dole & Wilkins, 2005). Essa característica é interessante para a produção de mudas, pois a capacidade de absorção de nutrientes pelas plantas, entre outros fatores, também aumenta de acordo com a elevação da temperatura e da disponibilidade hídrica (Kerbaudy, 2013). Além disso, propicia melhor aproveitamento dos nutrientes, principalmente para espécies perenes ou de desenvolvimento lento (Kampf, 2005).

Alguns trabalhos comprovam a maior eficiência dos fertilizantes de liberação controlada, quando comparados aos adubos solúveis para crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* (Behling, 2013), *Guazuma ulmifolia*, *Croton floribundus*, *Peltophorum dubium*, *Gallesia integrifolia* e *Myroxylon peruiferum* (Morais Neto, 2003).

2.7.2 Adubação nitrogenada

O uso de adubações equilibradas é essencial para o crescimento e desenvolvimento de mudas e, no caso da propagação vegetativa, também apresenta efeito sobre a produção de brotações e enraizamento de estacas. A nutrição mineral pode influenciar no enraizamento de estacas em função do vigor vegetativo da planta matriz e também do *status* nutricional do propágulo coletado, pois apresentam relação com o teor de carboidratos e o nível de hormonal endógeno (Xavier *et al.*, 2013).

O nitrogênio é o elemento mineral que as plantas requerem em maiores quantidades, sendo constituinte de importantes componentes celulares vegetais, incluindo clorofila, aminoácidos e ácidos nucleicos, sendo que sua deficiência rapidamente inibe o crescimento vegetal (Taiz *et al.*, 2017).

O nitrogênio está disponível no solo nas formas de nitrato, amônio, aminoácidos, peptídeos e formas complexas insolúveis. As plantas absorvem preferencialmente sob as formas iônicas nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+) (Souza & Fernandes, 2006). O NO_3^- absorvido pode ser reduzido a NH_4^+ por meio das enzimas nitrato redutase e nitrito redutase, ser acumulado nos vacúolos ou ainda ser exportado para as folhas através do xilema. A redistribuição do nitrogênio das folhas para outros órgãos ocorre predominantemente na forma de aminoácidos via floema. Já o NH_4^+ absorvido ou proveniente da redução do NO_3^- é incorporado em esqueleto de carbono (Souza & Fernandes, 2006).

A influência do nitrogênio na formação de raízes adventícias está relacionada com a síntese de ácidos nucleicos e proteínas, disponibilidade de carboidratos, relação C/N e

interações hormonais (Hartmann *et al.*, 2011), entretanto as respostas são variadas conforme a espécie estudada.

A produção de estacas em minicepa de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* foi influenciada significativamente pelo aumento da dose de nitrogênio aplicada, apresentando máxima produção (13,1 estacas cepa⁻¹ mês⁻¹) com dose estimada de 0,12 g L⁻¹. Além disso, a adubação nitrogenada até a dose de 0,21 g L⁻¹ proporcionou diminuição do tempo para a emissão de raízes, enquanto que, o enraizamento de miniestaca apresentou comportamento linear crescente, atingindo valor superior a 90% com a dose de 0,24 g L⁻¹, 30% superior em relação à testemunha (sem nitrogênio) (Rocha *et al.*, 2015). Resultado similar foi observado em estacas de *Eucalyptus dunnii*, onde houve correlação crescente entre a dose de nitrogênio aplicada e a produção de miniestaca, porém com variações no enraizamento conforme o substrato utilizado (Rosa *et al.*, 2009).

Dessa forma, o enraizamento pode ser melhorado controlando a adubação nitrogenada nas plantas matrizes, evitando que a formação de raízes adventícias concorra por carboidratos, nutrientes e hormônios com a emissão de brotações, que são estimuladas por altos níveis de nitrogênio (Hatmann *et al.*, 2011).

2.7.3 Análise foliar de nutrientes

A composição mineral das plantas é variável conforme o genótipo, características do solo, fatores climáticos, estágio fisiológico da planta e do órgão da planta amostrado. A folha é a parte que melhor representa o estado nutricional da planta, já que é o principal órgão responsável pela produção vegetal. Sendo assim, pode ser utilizada para verificar se o nutriente aplicado no solo ou substrato foi eficientemente absorvido pela planta (Floss, 2011).

A concentração de nutrientes nos tecidos vegetais fornece importantes informações a respeito do *status* nutricional das plantas e podem ser úteis para o manejo da adubação. O crescimento das plantas em função de qualquer elemento segue basicamente um mesmo padrão, onde tem-se, - a zona de deficiência, em que o crescimento da planta aumenta consideravelmente a medida que o elemento é fornecido em maior quantidade, - a zona adequada, onde o aumento do nutriente não afeta consideravelmente o crescimento, que representa o consumo de luxo pela planta, no qual ocorre o armazenamento nos vacúolos do elemento, sendo uma faixa relativamente ampla para os macronutrientes e mais restrita para os micronutrientes, e por fim a zona tóxica, em que o aumento demasiado de qualquer elemento leva a toxicidade e a reduz o crescimento (Salisbury & Ross, 2012).

O acúmulo de nutrientes verificados pela análise foliar pode auxiliar no emprego de formulação mais equilibrada para cada espécie e no uso da adubação de forma mais eficiente e econômica.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.

ALTOÉ, J.A. et al. Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.312-318, 2011.

AVILA, A.L. et al. Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga), Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 61-68, 2009.

BALAGUERA, H. E.; ÁLVAREZ, J. G.; BONILLA, D. C. Crecimiento y desarrollo del fruto de champa (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pavón). **Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica**, Calle, v.12, n.2, p. 113-123, 2009.

BEHLING, A. et al. Efeito da nutrição no crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. **Interciencia**, Caracas, v. 38, n. 2, p. 139-144, 2013.

BENCKE, G.A. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In: PILLAR, V.P. et al. **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p.101-121.

BIANCHETTI, L.B; MIRANDA, Z.J.G. Recursos genéticos de plantas ornamentais no Brasil: desenvolvimento incipiente para um país tão promissor. In: COSTA, A.M.; SPEHAR, C.R. **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2012. p. 407-454.

BIANCHINI, F.G. et al. Caracterização morfológica e química de frutos de cambucizeiro. **Bragantia**, Campinas, v.75, n.1, p.10-18, 2016.

BOLDRINI, I.; OVERBECK, G.; TREVISAN, R. Biodiversidade de plantas. In: PILLAR, V.P.; LANGE, O. **Os campos do sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos / UFRGS, 2015. p. 51-60.

BONA, C.M. et al. Estaquia de três espécies de *Baccharis*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.223-226, 2005.

- CAMPOS, C.C; PETRY, C. Propagação vegetativa e potencial paisagístico de uma verbena rasteira. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n. 2, p.169-178, 2009.
- CHITARRA, M.I. F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005.
- COLOMBO, L.A. et al. Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 539-546, 2008.
- COMIN, A. et al. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia uniflora* L. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.9, n.1, p.84-90, 2014.
- CRUZ, A.V.M.; KAPLAN, M.A. C. Uso medicinal de espécies das famílias Myrtaceae e Melastomataceae no Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 11, n. 1, p. 47-52, 2004.
- CUNHA, A.C.M.C.M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 85-92, 2008.
- DANNER, M.A. et al. Armazenamento a vácuo prolonga a viabilidade de sementes de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 246-252, 2011.
- DELGADO, J.P.M.; YUYAMA, K. Comprimento de estaca de camu-camu com ácido indolbutírico para a formação de mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 522-526, 2010.
- DIAS, P.C. et al. Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de Angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.3, p.389-399, 2012.
- DOLE, J.M.; WILKINS, H.F. **Floriculture: principles and species**. 2nd ed. Upper Saddle River: Practice Hall, 2005. 1023 p.
- DOUSSEAU, S. et al. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, p. 1362-1368, 2011.
- DRESCH, D.M. et al. Germinação de sementes de *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg em diferentes temperaturas e umidades do substrato. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 223-229, 2012.

DRESCH, D.M. et al. Storage of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg seeds: influence of water content and environmental temperature. **American Journal of Plant Sciences**, Irvine, v.5, n.17, p. 2555-2565, 2014.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005. 221p.

FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERREIRA, B.G.A. et al. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.

FERRIANI, A.P. et al. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p 257-264, 2011.

FLORES, R. et al. In vitro clonal propagation of the endangered plant *Alternanthera hirtula*. **International Journal of Current Research**, [Índia], v.8, n. 12, p.43522-43528, 2016.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. 5. ed. Passo Fundo: Universidade Federal de Passo Fundo, 2011. 734 p.

FRANZON, R.C.; ANTUNES, L.E. C.; RASEIRA, M.C.B. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Ber). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 515-518, 2004.

FREITAS, J.A.A.; MARINHO, C.S.; FREITAS, I.L.J. Goiabeiras Paluma, Pedro Sato e Cortibel 6 propagadas por miniestaquia e miniestaquia seriada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.8, p.1351-1356, 2013.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2013. 116 p.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GONÇALVES, G.V. et al. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.36, n. 1, p. 31-40, 2013.

GUALTIERI, S. C. J.; FANTI, S. Ecofisiologia da germinação de sementes. In: PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes florestais: da ecologia a produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p 259-275.

GURGEL, J.T.A.; SOUBIHE SOBRINHO, J. Poliembrionia em mirtáceas frutíferas. **Bragantia**, Campinas, v.11, n.4-6, p.141-163, 1951.

GOULART, P.B.; XAVIER, A.; DIAS, J.M.M. Efeito dos cofatores hidroquinona, prolina e triptofano no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n. 5, p.1017-1026, 2011.

HARTMANN, H.T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. Upper Saddle River: Prentices Hall, 2011. 702 p.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 12, n.1, p. 2-7, 2006.

HERZOG, N.F.M.; MALAVASI, M.M.; MALAVASI, U.C. Morfometria dos frutos e germinação de sementes de *Campomanesia xanthocarpa* O. BERG. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1359-1366, 2012.

HONG, T.D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 62 p.

INGELS, J.E. **Ornamental horticulture: science, operations, & management**. 4th ed. New York: Delmar, 2010. 687 p.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Brazilian consumption of flowers and ornamental plants: habits, practices and trends. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 178-184, 2017.

KAMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros, 2005. 256 p.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 431 p.

KLEIN, A.; FELIPPE, G.M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.7, p.955-966, 1991.

KOHAMA, S. et al. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* LAM. (Grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 1, p.72-78, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531 p.

- LATTUADA, D.S.; SPIER, M.; SOUZA, P.V.D. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pitangueiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 12, 2073-2079, 2011.
- LATTUADA, D.S. et al. Dosis del nitrógeno en el abonado de minijardin clonal de pitangueras (*Eugenia uniflora*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 3, p. 1-7, 2016.
- LAMARCA, E.V.; SILVA, C.V.; BARBEDO, C.J. Limites térmicos para a germinação em função da origem de sementes de espécies de *Eugenia* (Myrtaceae) nativas do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 25, n. 2, p. 293-300. 2011.
- LIMA, D.F., GOLDENBERG, R.; SOBRAL, M. O gênero *Campomanesia* (Myrtaceae) no estado do Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 3, p. 683-693, 2011.
- LIMBERGER, R.P et al. Chemical composition of essential oils from some *Campomanesia* species (Myrtaceae). **Journal of Essential Oil Research**, Wheaton, v. 13, p. 113-115, 2001.
- LIRA JÚNIOR, J. S. et al. **Pitangueira**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 2007. 87p.
- LOREZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.1. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640p.
- LORENZI, H.; LACERDA, M.T.C. BACHER, L.B.; **Frutas no Brasil nativas e exóticas (de consumo *in natura*)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2015. 768 p.
- MALUF, A. M.; PISCIOTTANO-EREIO, W. A. Secagem e armazenamento de sementes de cambuci. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.7, p.707-714, 2005.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.
- MARTINI, A. et al. Propagação vegetativa de *Peltodon rugosus* por meio de xilopódios. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.20, n. 2, p. 123-130, 2014.
- MARTINS, W.A. et al. Estaquia e concentração de reguladores vegetais no enraizamento de *Campomanesia adamantium*. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 38, n. 1, p. 58-64, 2015.

MAYRINCK, R.C.; VAZ, T.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto à tolerância à dessecação e ao comportamento no armazenamento. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 85-92, 2016.

MELCHIOR, S.J. et al. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. – Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p.141-150, 2006.

MENDEZ-RODRIGUES, C. **Ecologia de espécies poliembriônicas com ênfase no bioma cerrado**. 2010. 228 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

MORAES NETO, S.P. et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.6, p.779-789, 2003.

MORZELLE, M.C. et al. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.

NEVES, M.F.; PINTO, M. J. A. **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. São Paulo: OCESP, 2015. 122 p.

ORO, P. et al. Maturação fisiológica de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess e *Eugenia involucrata* DC. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 11-18, 2012.

PEÑA-PEÑA, M.L.; ZANETTE, F.; BIASI, L.A. Época de coleta e ácido indolbútrico no enraizamento de miniestacas de pitangueira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3055-3068, 2015.

PEREIRA, M.C. et al. Characterization and antioxidant potential of brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 60, n. 12, p. 3061–3067, 2012.

PIRES, P. et al. Sazonalidade e soluções nutritivas na miniestaquia de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.2, p.283-293, 2015.

REGO, S.S. et al. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperaturas, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p.212-220, 2009.

REGO, S.S. et al. Caracterização morfológica e germinação de sementes de *Curitiba prismatica* (D. Legrand) Salywon & Landrum. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 616-625, 2011.

- REITZ, P.R. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1977. 158 p.
- RODRIGUEZ, E.A.G.R. et al. Asexual propagation of araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) by leaf and young branches cuttings. **Revista Árvore**, Viçosa, v.40, n.4, p.707-714, 2016.
- ROCHA, J.H.T. et al. Produtividade do minijardim e qualidade de miniestacas de um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (I-224) em função de doses de nitrogênio **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 273-279, 2015.
- ROSA, L.S. et al. Efeito da dose de nitrogênio e de formulações de substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.6, p.1025-1035, 2009.
- SALYSBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia das plantas**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 774 p.
- SANTOS, C.M.R.; FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 13-20. 2004.
- SANTOS, M.S. et al. Caracterização físico-química, extração e análise de pectinas de frutos de *Campomanesia xanthocarpa* B. (Gabirola). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 101-106, 2009.
- SANTOS, M.A. et al. Growth and development of gabirola [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] fruits. **African Journal Agricultural Research**, Nairobi, v. 10, n.14, p. 1765-1772, 2015.
- SASSO, S.A.Z.; CITADIN, I.; DANNER, M.A. Propagação de jaboticabeira por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 577-583, 2010.
- SCALON, S.P.Q. et al. Sensibilidade à dessecação e ao armazenamento em sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. (UVAIA). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 269-276, 2012.
- SCALON, S.P.Q. et al. Conservation of *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg seeds in different packaging and at varied temperatures. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 262-269, 2013.
- SEBRAE. **Flores e plantas ornamentais no Brasil**. Brasília, 2015. v.1. 44 p. (Estudos Mercadológicos).

SILVA, E.P. et al. Caracterização física, química e fisiológica de gabioba (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 803-809, 2009.

SILVA, R.C. et al. Enraizamento de estacas de *Melaleuca alternifolia* submetidas a diferentes reguladores vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n. 5, p. 1643-1652, 2012.

SILVA, A.; FERRAZ, I.D.K. Armazenamento de sementes. In: PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. **Sementes florestais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p 276-307.

SIVASUBRAMANIAM, K.; SELVARANI, K. Viability and vigor of jamun (*Syzygium cumini*) seeds. **Brazilian Journal of Botany**, London, v. 35, n.4, p.397-400, 2012.

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

STUMPF, E.R.T et al. Espécies nativas do Bioma Pampa para uso como folhagem de corte. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.14, n. 4, p.123-133, 2009a.

STUMPF, E.R.T et al. Características ornamentais de plantas do Bioma Pampa. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.15, n. 1, p.49-62, 2009b.

STUMPF, E.R.T. **Cores e formas no Bioma Pampa: plantas ornamentais nativas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 272 p.

STUMPF, E.R.T. et al. Prospecting native ornamental plants in the brazilian pampa for use in landscaping and floral art. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.937, p. 1161-1166, 2012.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA/ UNICAMP, 2011. 161 p.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TAKAKI, M. O fitocromo e a germinação de sementes de espécies florestais. In: PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes florestais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p. 276-307.

TOGNON, G.B. et al. Seed germination of ornamental species native to south Brazil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.1000, p.43-48, 2013.

- VALLILO, M.I. et al. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 241-244, 2005.
- VALLILO, M.I et al. Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. BERG. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, p. 805-810, 2006.
- VÉLEZ-MARTIN, E. et al. Conversão e fragmentação In: PILLAR, V.P.; LANGE, O. **Os campos do sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos / UFRGS, 2015. p. 125-132.
- VIDAL, M.L. et al. Propagación vegetativa de *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii*, especies dominantes del bosque pantanoso de la Depresión Intermedia de la región de La Araucanía, Chile. **Bosque**, Valdivia, v.31, n.3, p. 247-251, 2010.
- WAGNER JÚNIOR, A. et al. Germinação e desenvolvimento inicial de duas espécies de jabuticabeira em função do tamanho de sementes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 105-109, 2011.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.289-292, 2007.
- XAVIER, A. et al. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2013. 279 p.
- ZAPPI, D.C. et al. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

4 CAPÍTULO 1

Características físico-químicas de frutos e germinação de sementes de

***Campomanesia aurea* O. Berg**

(Manuscrito aceito para publicação na Revista Acta Scientiarum Biological Sciences)

1 **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS E GERMINAÇÃO** 2 **DE SEMENTES DE *Campomanesia aurea* O. Berg**

3
 4 *Campomanesia aurea* é uma frutífera nativa do Bioma Pampa, de porte arbustivo com
 5 potencial ornamental. Ainda não foram encontrados trabalhos que abordem as
 6 características dos frutos e a capacidade de germinação das sementes da espécie. O
 7 objetivo deste trabalho foi caracterizar propriedades físicas, químicas de frutos e a
 8 germinação de sementes de dois acessos de *C. aurea*. O estudo foi conduzido com frutos
 9 coletados em área de vegetação nativa localizadas no Parque Natural Morro do Osso em
 10 Porto Alegre e em Barão do Triunfo, RS. Realizou-se análises físicas, químicas, contagem
 11 de sementes e teste de germinação. Os resultados foram submetidos à ANOVA e as médias
 12 foram comparadas pelo teste t a 5%. Os frutos de *C. aurea* tem formato oblongo, pesam
 13 em média 1,26 g e apresentam elevado conteúdo de vitamina C. Cada fruto tem em média
 14 quatro sementes íntegras, sendo que 3% são poliembriônicas. A germinação média é de
 15 93% e ocorre em 20 dias. Conclui-se que os frutos de *C. aurea* coletados em dois acessos
 16 diferem na concentração de SST, na relação SST/AT e no teor de vitamina C, entretanto
 17 não há diferenças quanto às características físicas. As sementes da espécie possuem alta
 18 germinação.

19
 20 Palavras-chave: Myrtaceae. Composição química de polpa. Poliembriõnia.

21 **THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF FRUITS AND SEED** 22 **GERMINATION OF *Campomanesia aurea* O. Berg**

23
 24
 25 *Campomanesia aurea* is a potentially ornamental fruit shrub native of Bioma Pampa.
 26 There are no studies on the seed germination capacity and fruit properties of the species.
 27 Therefore, the main goal of this paper was to describe the seed germination and the
 28 physical and chemical properties of fruits from two *C. aurea* accession areas. The study
 29 was conducted with fruits collected from two native vegetation areas located in the Morro
 30 do Osso Natural Park and in the municipality of Barão do Triunfo, Brazil. Physical and
 31 chemical analyzes, seed counting and germination tests were performed. Results were
 32 submitted to ANOVA and the means were compared by t test at 5% error probability. *C.*
 33 *aurea* has oblong-shaped fruits weighting around 1.26 g with a high content of vitamin C.
 34 Each fruit usually has four intact seeds of which 3% are polyembryonic. Seed germination
 35 averaged 93% in 20 days. It is concluded that the *C. aurea* fruits collected from two
 36 different accession areas differ in the concentration of TSS, TSS/TA ratio and vitamin C
 37 content, but not physically. Seeds have shown a high germination rate.

38
 39 Key-words: Myrtaceae. Chemical composition pulp. Polyembryony.

40 **INTRODUÇÃO**

41
 42
 43 *Campomanesia aurea* O. Berg é um subarbusto que pode alcançar até um metro de
 44 altura (Stumpf, 2009), apresentando distribuição ampla e expressiva no planalto meridional
 45 do Sul do Brasil, em áreas ocupadas por campos gramíneos ou arbustivos (Reitz, 1977). A

46 espécie é conhecida popularmente como guabirobinha-do-campo ou araçá-rasteiro e
47 pertence à família Myrtaceae. A floração é intensa e ocorre nos meses de outubro a janeiro,
48 com maturação dos frutos de dezembro a fevereiro. Os frutos são bagas globosas ou
49 oblongas, que variam de verde ao amarelo, com polpa suculenta e sabor doce-acidulado
50 (Lorenzi, Bacher, Lacerda, & Sartori, 2006).

51 A família Myrtaceae apresenta vários representantes com frutos comestíveis,
52 muitos deles pouco explorados para esta finalidade. Muitas espécies do gênero
53 *Campomanesia* são relatadas como sendo apreciados localmente e consumidos *in natura*,
54 podendo também ser aproveitados para fabricação de doces, licores, sucos e geleias
55 (Lorenzi, Lacerda & Bacher, 2015). Espécies como *C. xanthocarpa*, *C. phaea*, *C.*
56 *adamantium*, *C. pubescens* e *C. cambessedeanana*, já são reconhecidas por suas propriedades
57 nutricionais, pelo elevado conteúdo de compostos fenólicos, antioxidantes e teor de
58 vitamina C (Vallilo, Garbelotti, Oliveira, & Lamardo, 2005; Vallilo, Lamardo, Gaberlotti,
59 Oliveira, & Moreno, 2006; Silva, Vilas Boas, Rodrigues, & Siqueira, 2009, Santos,
60 Carneiro, Wosiacki, Petkowicz, & Carneiro, 2009; Pereira et al., 2012; Morzelle,
61 Bachiega, Souza, Vilas Boas, & Lamounier, 2015).

62 Mesmo com a crescente valorização de produtos regionais, e com o aumento do
63 interesse por frutas nativas com propriedades nutricionais e funcionais, existe uma
64 limitação do conhecimento a respeito destas espécies. Dentro deste contexto, os frutos de
65 *C. aurea* já são consumidos *in natura* e a planta é utilizada para fins medicinais. Além
66 disso, devido ao pequeno porte, a espécie apresenta aptidão para ser cultivada em
67 recipientes, podendo ser utilizada em pequenos espaços para produção de frutos e também
68 com fins ornamentais, já que possui floração intensa e aromática (Stumpf, 2009).

69 Apesar do amplo potencial de uso, não foram encontrados trabalhos que abordem
70 as características dos frutos e a capacidade de germinação das sementes da espécie.
71 Variação nas características físicas e na constituição química dos frutos pode ocorrer pela
72 diferença nas condições dos locais de coleta, e também pela variabilidade genética entre as
73 populações de plantas (Bianchini et al., 2016).

74 Neste sentido, a biometria de frutos é um importante instrumento para detectar a
75 variabilidade genética dentro de populações de uma espécie, podendo gerar informações
76 importantes para programas de melhoramento genético (Gonçalves et al., 2013). Da mesma
77 forma, avaliações das características químicas dos frutos, como sólidos solúveis totais
78 (SST), acidez total titulável (ATT), e principalmente a relação encontrada entre estas duas
79 variáveis, fornece informações sobre o sabor dos frutos e sua aptidão para o consumo *in*

80 *natura* e/ou industrialização. Somado a esses atributos, o teor de vitamina C pode ser
81 utilizado como um indicador de qualidade dos alimentos, por ser o componente
82 nutricionalmente mais importante (Chitarra & Chitarra, 2005).

83 O desenvolvimento de sementes é um processo complexo que estende desde a
84 formação da flor, passando pela polinização, fecundação, desenvolvimento dos frutos,
85 finalizando com deposição de reservas e dispersão das sementes. Esse processo é
86 influenciado pela presença de agentes polinizadores, fatores ambientais, genéticos,
87 nutricionais, entre outros. Da mesma forma, a velocidade, porcentagem e uniformidade na
88 germinação, é dependente, entre outros fatores, das condições ambientais, do genótipo e do
89 grau de maturação das sementes (Marcos Filho, 2015).

90 A ausência de domesticação associada à alogamia causa alta variabilidade genética
91 e tem sido apontada como a causa da grande variação no processo germinativo de sementes
92 de espécies florestais nativas do Brasil (Santos et al., 2009). Neste contexto, o conjunto de
93 características físicas e químicas de frutos associadas à capacidade de germinação da
94 espécie é importante para subsidiar trabalhos que visem à utilização dos frutos, propagação
95 de plantas e até mesmo melhoramento genético da espécie. Assim, o objetivo deste
96 trabalho foi caracterizar propriedades físicas e químicas de frutos e a germinação de
97 sementes de dois acessos de *C. aurea*.

98

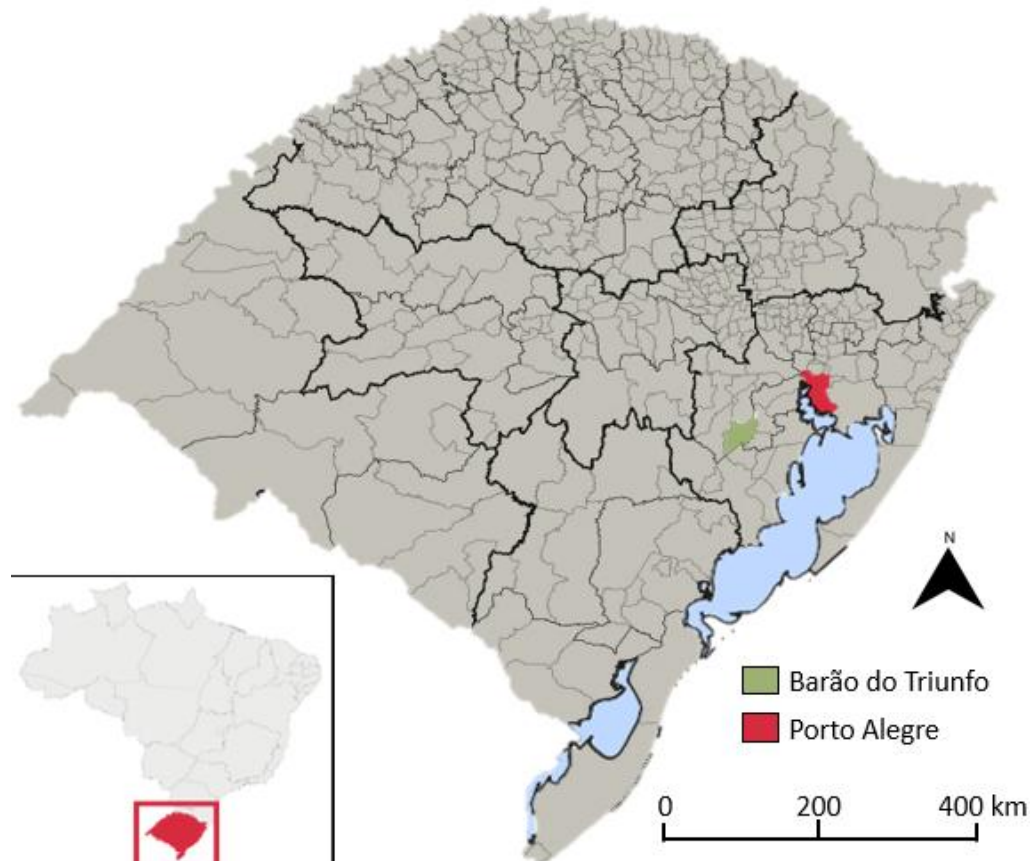
99 MATERIAL E MÉTODOS

100

101 O estudo foi conduzido nos laboratórios do Departamento de Horticultura e
102 Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
103 Porto Alegre, RS. Frutos de *C. aurea* foram coletados em área de vegetação nativa
104 localizadas no Parque Natural Morro do Osso (30°07'S, 51°14'W), na cidade de Porto
105 Alegre, RS e no município de Barão do Triunfo, RS (30° 18' S, 51° 50' W) nos meses de
106 fevereiro e março de 2016 (Figura 1).

107 Em ambos os locais, coletou-se frutos de mais de 50 espécimes, sendo que em cada
108 planta foram colhidos somente os frutos que apresentavam visualmente cor mais próxima
109 ao verde claro e/ou tinham polpa com menos firmeza, sendo estes considerados com
110 maturação mais avançada. As matrizes apresentavam características compatíveis com as
111 descritas para a espécie e visualmente boa sanidade. O número de frutos coletados por
112 planta variou de um a aproximadamente 10.

113 Após a coleta das plantas matrizes, os frutos foram colocados em sacos plásticos e
 114 acondicionados em caixa de isopor com gelo para o transporte até o laboratório, onde
 115 foram separados aleatoriamente em quatro subamostras de 30 frutos, para cada local de
 116 coleta e em seguida realizada as análises físicas, químicas, contagem de sementes e teste de
 117 germinação como descrito a seguir.



118
 119 Figura 1. Localização dos municípios de Barão do Triunfo e Porto Alegre, RS.

120 Adaptado de IBGE, 2018.

121

122 **Caracterização física**

123

124 A determinação das características físicas foi realizada utilizando as quatro
 125 subamostras de 30 frutos mencionadas acima. Os frutos foram avaliados individualmente
 126 quanto à massa fresca de fruto (g) (MFF) em balança semianalítica (0,01 g), e quanto ao
 127 diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro equatorial (DE) (mm) utilizando paquímetro digital.

128

129

130

131

132

133 **Caracterização química**

134

135 Para as análises químicas foram separadas amostras aleatórias dos frutos dos dois
136 locais de coleta, e estas foram congeladas até o momento de realização das análises.
137 Posteriormente, foi feita a determinação de sólidos solúveis totais (SST), acidez total
138 titulável (ATT) e teor de vitamina C. Para todas as análises, inicialmente depois de
139 descongelados, os frutos inteiros (polpa e sementes) foram triturados com o auxílio de
140 processador Turrax® para homogeneização da polpa. Para a determinação do SST foi
141 utilizado o suco obtido após a centrifugação dos frutos durante cinco minutos a 3500 rpm,
142 que posteriormente foi depositado sobre o prisma de um refratômetro digital (Digimess
143 modelo 150mm/6), previamente calibrado, obtendo-se leitura direta, corrigida para
144 temperatura de 20°C, sendo os resultados foram expressos em °Brix.

145 A determinação da ATT foi realizada por titulometria de neutralização utilizando
146 NaOH padronizado em 0,1 N até atingir o valor de pH 8,1, medido em potenciômetro.
147 Utilizou-se quatro repetições por local de coleta, usando duplicata para cada amostra.
148 Foram pesados aproximadamente 4 g da polpa homogeneizada para cada amostra, as quais
149 foram diluídas com 50 mL de água destilada. Os resultados foram expressos em
150 porcentagem de ácido cítrico (AOAC, 2000). O pH inicial da amostra foi determinado
151 antes do início da titulação para determinação da ATT com as mesmas amostras e
152 procedimentos descritos para essa análise.

153 O teor de Vitamina C foi obtido através de procedimento adaptado do método da
154 DNPH (2,4-Dinitrofenilhidrazina), desenvolvido por Tereda, Watanabe, Kunitoma, and
155 Hayashi (1978), utilizando procedimentos e preparando os reagentes conforme indicado
156 por estes autores. Foram utilizados aproximadamente 2,5 g de polpa recém-homogeneizada
157 por amostra utilizando quadriplicatas para cada local de coleta. Os resultados foram
158 expressos em mg de ácido ascórbico em 100 gramas de polpa fresca.

159

160 **Contagem de sementes, peso de mil sementes e teste de germinação**

161

162 Após a realização da caracterização física, os frutos foram processados
163 manualmente, com a retirada e posterior contagem das sementes íntegras e mal formadas.
164 Considerou-se como mal formada as sementes que se apresentavam vazias (sementes que
165 estavam completamente vazias ou continham apenas algum tecido residual) ou que
166 apresentavam tamanho muito reduzido.

167 O teor de água inicial das sementes, imediatamente após a retirada dos frutos, foi de
168 57,3%, para sementes coletadas em Barão do Triunfo e de 46,4% para as coletadas no
169 Morro do Osso e foi determinado pelo método da estufa a 105°C. O peso de mil sementes
170 foi determinado empregando metodologia e critérios descritos nas regras de análise de
171 sementes (Brasil, 2009), utilizando sementes oriundas do Morro do Osso secas sobre
172 bancada por dois dias, que resultou num grau de umidade de 10,06%.

173 Depois de retiradas dos frutos, as sementes foram lavadas em água corrente e
174 utilizando uma peneira para remoção da polpa, sendo secas superficialmente com papel
175 toalha e imediatamente submetidas ao teste de germinação. O teste de germinação foi
176 realizado utilizando-se 100 sementes divididas em quatro repetições de 25 sementes para
177 cada local de coleta. Após a remoção da polpa e a secagem superficial, as sementes foram
178 submetidas à desinfestação utilizando álcool 70% por 1 minuto e hipoclorito de sódio 1%
179 (i. a.) por 15 minutos, sendo posteriormente lavadas com água deionizada autoclavada.

180 Após o procedimento de desinfestação, as sementes foram acomodadas em caixas
181 gerbox, com papel mata-borrão umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do
182 papel seco (Brasil, 2009) e levadas para sala de crescimento com temperatura média de
183 25°C ± 2 e fotoperíodo de 16 horas de luz.

184 Simultaneamente, com o teste de germinação, foi avaliado o índice de velocidade
185 de germinação (IVG) (Maguire, 1962, adaptado por Santana & Ranal, 2004), tempo médio
186 de germinação (TMG) (Borghetti & Ferreira, 2004) e número de sementes
187 poliembriônicas. Para isso, foram feitas observações a cada dois ou três dias,
188 contabilizando-se o número de sementes germinadas. A primeira contagem foi feita logo
189 que percebida a primeira semente germinada e a avaliação final aos 90 dias. Considerou-se
190 germinada a semente que apresentou protrusão da radícula de 1mm.

191

192 **Análise dos dados**

193

194 Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram
195 comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. Os dados de vitamina C não
196 atenderam o pressuposto da normalidade, sendo transformados para $\text{asen}^2\sqrt{x/100}$, e
197 apresentado em seus valores originais. Para o teste de germinação os dados não
198 apresentaram normalidade mesmo após as transformações e foram analisados pela
199 estatística não paramétrica utilizando o teste Kruskal Wallis. Foram ainda realizadas
200 correlação de Pearson utilizando os resíduos para as variáveis analisadas.

201 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

202

203 **Caracterização física**

204

205 Para as avaliações físicas dos frutos, não foram observadas diferenças estatísticas
 206 significativas entre os acessos. A média da massa fresca dos frutos foi a mesma para ambos
 207 os locais de coleta (1,26 g) (Tabela 1). Contudo, os frutos coletados no município de Barão
 208 do Triunfo apresentaram um menor desvio padrão ($\pm 0,45$) com massa mínima de 0,51g e
 209 máxima de 2,65 g, enquanto que nos coletados no Morro do Osso houve maior desvio
 210 padrão ($\pm 0,58$) sendo encontrados frutos que variaram de 0,31 a 3,64 g.

211 Essa variação na massa de frutos também foi observada para outras espécies do
 212 gênero, como *C. phaea* (Vallilo et al., 2005; Bianchini et al., 2016), *C. lineatifolia*
 213 (Balaguera, Álvarez, & Bonilla, 2009), *C. adamantium* (Melchior, Custódio, Marques, &
 214 Neto, 2006; Dresch, Scalon, Masetto, & Vieira, 2013) e *C. xanthocarpa* (Santos, 2009) por
 215 se tratarem de espécies não domesticadas, coletadas *in situ*, possivelmente, de matrizes
 216 com alta variabilidade genética, muitas vezes em locais com características edafoclimáticas
 217 distintas.

218

219 Tabela 1. Massa fresca de fruto (MFF), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro equatorial
 220 (DE) e relação DL/DE de frutos de *Campomanesia aurea* O. Berg de dois locais de coleta.
 221 UFRGS, Porto Alegre, RS.

Acesso	MFF (g)	DL (mm)	DE (mm)	DL/DE
Barão do Triunfo	1,26 ^{ns}	11,51 ^{ns}	14,08 ^{ns}	0,82 ^{ns}
Morro do Osso	1,26	10,84	13,82	0,79
Média	1,26	11,17	13,95	0,80
CV	41,44	12,99	14,07	10,51
p-valor	0,98	0,12	0,57	0,07

222 ns - Médias não diferenciam entre si pelo teste t a 5% de probabilidade de erro.

223

224 Os frutos de *C. aurea* são menores que os de outras espécies do gênero de porte
 225 arbóreo como *C. phaea* (55 g), *C. lineatifolia* (24 g) e *C. xanthocarpa* (6 g) (Vallilo et al.,
 226 2005; Balaguera et al., 2009; Santos et al., 2009) e também aos relatados para *C.*
 227 *adamantium* (8 g) (Santos, Megguer, Costa, & Lima, 2015) espécie de porte semelhante à
 228 estudada no presente trabalho.

229 Para os dados de diâmetro longitudinal e diâmetro equatorial também não foram
230 observadas diferenças significativas. A relação DL/DE mostram que os frutos de *C. aurea*
231 têm formato oblongo, ou seja, o diâmetro longitudinal é menor que o equatorial,
232 apresentando uma forma levemente achatada ($DL/DE < 1$), característica esta que também
233 foi relatada para a espécie *C. phaea* (Vallilo et al., 2005). Já para *C. adamantium* a relação
234 encontrada foi muito próxima a um (Santos et al., 2015), o que demonstra que estes frutos
235 são mais esféricos, quando comparados aos frutos de *C. aurea*. Características de tamanho
236 e formato de fruto podem ser importantes para diferenciação de algumas espécies.

237

238 **Caracterização química**

239

240 Para as características químicas, foi observado que os frutos de *C. aurea* coletados
241 em Barão do Triunfo apresentaram maior quantidade de SST (14,37 °Brix) do que os
242 coletados no Morro do Osso (9,86 °Brix) (Tabela 2). Essa diferença nos valores pode ter
243 ocorrido em função da data de coleta, já que os frutos de Barão do Triunfo foram coletados
244 quase um mês após a coleta realizada no Morro do Osso. A quantidade de açúcares é
245 variável conforme a espécie, cultivar, estágio de maturação e clima, sendo a principal
246 substância química sob o ponto de vista tecnológico em caso de industrialização dos frutos
247 (Chitarra & Chitarra, 2005).

248 Valores semelhantes aos verificados neste trabalho para SST foram encontrados
249 para frutos maduros de *C. xanthocarpa* (12 °Brix), *C. pubescens* (superior a 13 °Brix), *C.*
250 *lineatifolia* (11,58 °Brix), *C. cambessedeanana* (11,70 °Brix) e *C. phaea* (7,30-13,3 °Brix)
251 (Santos et al., 2009; Silva et al., 2009; Balaguera et al., 2009; Morzelle et al., 2015;
252 Bianchini et al., 2016). Frutos de *C. xanthocarpa* foram considerados totalmente maduros
253 quando apresentaram teor SST de 15,34 °Brix. Esta faixa, segundo os autores, é
254 recomendada para frutas destinadas ao processamento, o que proporciona sabor adequado
255 aos produtos, redução na adição de açúcar e maior rendimento (Pereira et al. 2012).
256 Valores ainda superiores de SST foram encontrados para frutos de *C. adamantium*
257 chegando a 18,9 °Brix (Santos et al., 2015).

258 O pH dos frutos de *C. aurea* não diferiu significativamente entre os dois acessos,
259 variando de 4,15 a 4,18. Valores próximos aos verificados neste estudo foram encontrados
260 para *C. adamantium* (4,3) e *C. cambessedeanana* (4,25) (Vallilo et al., 2006; Morzelle et al.,
261 2015). Entretanto, para as espécies *C. phaea* e *C. lineatifolia* foram observados valores de
262 pH abaixo de 3,0, o que torna a acidez muito elevada, limitando o consumo dos frutos *in*

263 *natura* (Vallilo et al., 2005; Álvarez, Balaguera, & Cárdenas, 2009). O pH se manteve
 264 praticamente constante durante o desenvolvimento dos frutos de *C. pubescens* e *C.*
 265 *lineatifolia*, mesmo com o aumento no teor de SST com a maturação (Silva et al., 2009;
 266 Balaguera et al., 2009), semelhante ao observado no presente trabalho, onde mesmo com
 267 diferenças no SST o pH apresentou pouca variação.

268

269 Tabela 2. Sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, pH
 270 e vitamina C (Vit. C) de frutos de *Campomanesia aurea* O. Berg de dois locais de coleta.
 271 UFRGS, Porto Alegre, RS.

Acessos	SST (°Brix)	pH	ATT (%)*	SST/ATT	Vit.C (mg AA 100 g)**
Barão do Triunfo	14,37 a	4,18 ^{ns}	0,35 ^{ns}	40,73 a	50,99 b
Morro do Osso	9,86 b	4,15	0,38	25,49 b	96,74 a
Média	-	4,16	0,36	-	-
CV	19,92	2,40	10,87	25,14	35,14
p-valor	<0,01	0,63	0,11	<0,01	0,02

272 ns - Médias não diferenciam entre si pelo teste t a 5% de probabilidade de erro.

273 *Ácido cítrico; **A.A.: Ácido Ascórbico.

274

275 A acidez dos frutos de *C. aurea* ficou entre 0,35 e 0,38% de ácido cítrico, valores
 276 que se assemelham aos encontrados para *C. xantocarpa* de 0,34% (Pereira et al., 2012).
 277 Frutos de *C. adamantium* e *C. phaea* apresentam valores muito mais elevados de ATT,
 278 chegando a 1,2 e 3,0% de ácido cítrico, respectivamente (Vallilo et al., 2005; Vallilo et al.,
 279 2006). Para *C. cambessedeanana* foi observado valores mais baixos de ATT (0,19%)
 280 (Morzelle et al., 2015), indicando variabilidade existente entre as espécies do gênero.

281 A relação entre SST/ATT fornece informações sobre o sabor dos frutos, sendo mais
 282 representativa que as medidas isoladas de açúcares ou acidez (Chitarra & Chitarra, 2005).
 283 Assim os valores encontrados para os frutos de *C. aurea* coletados em Barão do Triunfo
 284 (40,72) indicam frutos bastante doces, resultado parecido ao encontrado para *C.*
 285 *xanthocarpa* (45,12) (Pereira et al., 2012). Em *C. phaea* a relação SST/ATT de 16 foi
 286 considerada adequada para o mercado de frutas frescas (Bianchini et al., 2016). Entretanto,
 287 para *C. adamantium* a relação de 6,5 também foi considerada apropriada para o consumo
 288 (Santos et al., 2015). Desta forma, os frutos coletados no Morro do Osso, embora tenham
 289 apresentado menor SST/ATT (25), também estariam adequados para o consumo *in natura*.

290 Para pitanga (*Eugenia uniflora*), espécie da mesma família, o Ministério da
291 Agricultura, Pecuária e Abastecimento por meio da Instrução Normativa de nº 136, de 31
292 de março de 1999, estabeleceu valores padrões referente às características químicas para
293 frutos destinados à industrialização da polpa. Segundo o documento, os frutos devem ter
294 no mínimo 6°Brix, acidez total de 0,92% de ácido cítrico e pH entre 2,5 e 3,4 (Lira Júnior,
295 Bezerra, Lederman, & Silva Junior, 2007).

296 Para os teores de vitamina C, também foram encontradas diferenças significativas
297 entre os locais de coleta, sendo observado 50,99 e 96,74 mg de ácido ascórbico em 100 g
298 de polpa para frutos coletados em Barão do Triunfo e Morro do Osso, respectivamente. Os
299 valores encontrados para *C. aurea* foram semelhantes e até superiores aos encontrados em
300 laranja (*Citrus spp*), 56,9 mg 100 g⁻¹ (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
301 [Taco], 2011) fruta reconhecida pelo elevado teor de vitamina C. Os teores encontrados
302 neste trabalho, foram superiores aos encontrados para outras espécies do gênero como *C.*
303 *phaea* 33,37 mg 100 g⁻¹(Vallilo et al., 2005), porém inferiores ao observados para *C.*
304 *xanthocarpa* (233,56 mg 100 g⁻¹), *C. adamantium* (234 mg 100 g⁻¹) *C. cambessedean*
305 (383,33 mg 100 g⁻¹) e *C. pubescens* (superior a 1000 mg 100g⁻¹) (Santos et al. 2009;
306 Vallilo et al., 2006; Morzelle et al., 2015; Silva et al., 2009).

307 As diferenças observadas nos teores de vitamina C neste estudo podem ter ocorrido
308 em função do ponto de maturação dos frutos, da variabilidade genética entre as matrizes e
309 das diferenças nas condições edafoclimáticas entre os pontos de coleta. Estudo realizado
310 com *C. pubescens* mostrou diminuição dos teores de vitamina C no final do período de
311 maturação e início da senescência (Silva et al., 2009). Esse fato pode ter influenciado os
312 resultados verificados no presente trabalho, pois como já relatado, a coleta realizada em
313 Barão do Triunfo foi realizada posteriormente a coleta no Morro do Osso, e possivelmente
314 o grau de maturação dos frutos tenha sido superior, o que é reforçado pelos dados de SST.
315 Somado a isso, em pesquisa realizada com 58 acessos de *C. phaea* oriundos de sementes
316 coletadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, foram observados
317 teores de vitamina C que variaram de 25,62 a 127,4 mg de ácido ascórbico em 100 g de
318 polpa (Bianchini et al., 2016), indicando que tanto fatores genéticos, quanto ambientais do
319 local de origem dos acessos podem influenciar esse parâmetro.

320 Além dos fatores genéticos e de maturação já relatados, fatores ambientais,
321 principalmente em relação à luminosidade, apresentam influencia sobre o tamanho, brilho,
322 coloração e composição química de frutos. Embora a luz não seja essencial para a síntese
323 de ácido ascórbico, sua intensidade e duração durante o crescimento tem efeito em sua

324 concentração pelo fato de ser sintetizado partir de açúcares formados na fotossíntese
325 (Chitarra & Chitarra, 2005).

326

327 **Contagem de sementes, peso de mil sementes e teste de germinação**

328

329 Foram observadas para *C. aurea*, entre zero e 10 sementes íntegras para um mesmo
330 fruto. Houve diferenças estatísticas entre os locais de coleta para o número total de
331 sementes, o que não foi observado para o número de sementes íntegras que foi em média
332 de 4,5 (Tabela 3). Este fato é relatado na literatura para o gênero *Campomanesia* como
333 uma forma de concentrar as reservas nas sementes remanescentes, não sendo comum o
334 desenvolvimento de sementes em todos os lóculos (Landrum, 1982).

335

336 Tabela 3. Número de sementes íntegras, mal formadas e total em frutos de *Campomanesia*
337 *aurea* O. Berg de dois locais de coleta. UFRGS, Porto Alegre, RS.

Acesso	Íntegras	Mal formadas	Total
Barão do Triunfo	4,45 ^{ns}	1,62 ^{ns}	6,07 b
Morro do Osso	4,73	2,18	6,91 a
Média	4,59	1,90	-
CV	41,36	78,99	24,04
p-valor	0,33	0,07	<0,01

338 ns - Médias não diferenciam entre si pelo teste t a 5% de probabilidade de erro.

339

340 Essa característica também foi observada para *C. adamantium* e *C. pubescens*. Mais
341 da metade (54%) dos frutos de *C. adamantium* apresentaram cinco lóculos e, do total,
342 quase a metade (48%) apresentaram apenas uma semente, enquanto que para *C. pubescens*
343 a maioria dos frutos (36%), também apresenta cinco lóculos, porém cerca de 38% do total
344 apresentaram somente 2 sementes (Oliveira, Santana, & Santos, 2011). Para *C.*
345 *xanthocarpa* e *C. guazumifolia* observou-se 7 e 11 sementes por fruto, respectivamente
346 (Santos, Ferreira, & Áquila, 2004) e para *C. phaea* foi observado entre 6,1 e 18 sementes
347 por fruto (Bianchini et al., 2016).

348

349 Em *C. adamantium* o número de sementes íntegras e total aumentou com o
350 tamanho dos frutos, sendo que aqueles classificados como grande apresentaram 4,3
351 sementes íntegras e 2,2 sementes vazias por fruto. O estudo ainda sugere que o ambiente
de ocorrência proporciona variações no número de sementes, em função dos frutos

352 coletados em diferentes matrizes (Dresch et al., 2013). Essa informação concorda com os
 353 dados encontrados no presente trabalho, onde houve diferenças significativas para o
 354 número total de sementes para os diferentes locais de coleta.

355 Verificou-se que mil sementes de *C. aurea* pesam 23,4 g (CV = 2,3), sendo que, um
 356 quilo de sementes tem aproximadamente 42.735 sementes, peso menor ao verificado para
 357 outras espécies do gênero como de *C. phaea* onde mil sementes pesam 46 g (umidade de
 358 5,2%) (Maluf & Pisciotano-Ereio, 2005), *C. guazumifolia* 31 g (umidade de 9%) e *C.*
 359 *xanthocarpa* 49 g (umidade de 33%) (Santos et al., 2004). Valor semelhante aos
 360 observados para *C. aurea* foi encontrados para *Blepharocalyx salicifolius*, espécie da
 361 mesma família, onde mil sementes têm 20,87g (umidade de 34,57%) (Rego, Nogueira,
 362 Kuniyoshi, & Santos, 2009).

363 Sementes de *C. aurea* apresentam alta viabilidade, em média 93%, e germinam em
 364 aproximadamente 20 dias, não havendo diferenciação entre os dois acessos (Tabela 4). De
 365 modo geral, para as diferentes espécies do gênero *Campomanesia* é observada elevada
 366 capacidade de germinação das sementes, especialmente quando não submetidas à
 367 armazenamento. Porcentagens de germinação superiores a 85% foram observadas para *C.*
 368 *adamantium*, *C. pubescens* e *C. xanthocarpa* (Oliveira et al., 2011; Dousseau et al., 2011;
 369 Scalon, Oshiro, Masetto, & Dresch, 2013; Santos et al., 2004).

370

371 Tabela 4. Germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de
 372 germinação (TMG) e sementes poliembriônicas (Poli) em frutos de *Campomanesia aurea*
 373 O. Berg de dois locais de coleta. UFRGS, Porto Alegre, RS.

Acesso	G (%)	IVG	TMG (dias)	Poli (%)
Barão do Triunfo	97,0 ^{ns}	1,68 a	18,58 ^{ns}	2,0 ^{ns}
Morro do Osso	89,0	1,20 b	22,97	4,0
Média	93,0	-	20,77	3,0
CV	6,80	19,49	17,87	94,28
p-valor	0,11	<0,01	0,09	0,35

374 ns - Médias não diferenciam entre si pelo teste t a 5% de probabilidade de erro.

375

376 Embora a porcentagem de germinação forneça informações importantes, a
 377 avaliação do tempo médio e índice de velocidade de germinação permitem outras
 378 interpretações desse processo fisiológico. O tempo médio permite inferir sobre a estratégia
 379 da germinação de determinada espécie e se as condições ambientais são favoráveis para o

380 desenvolvimento de novas plantas. Essa característica também está associada à velocidade
381 de germinação das sementes, que reflete entre outras características, o vigor de um lote
382 (Borghetti & Ferreira, 2004).

383 Contudo, observou-se que sementes coletadas em Barão do Triunfo apresentaram
384 IVG superior às coletadas no Morro do Osso. As sementes da maioria das espécies
385 apresentam capacidade de germinar muito antes de atingir a maturidade fisiológica, época
386 próxima ou que coincide com o máximo acúmulo de reservas, quando geralmente
387 apresentam maior vigor. O vigor reflete a manifestação de um conjunto de características
388 que determinam o potencial para emergência mais rápida e uniforme de plântulas (Marcos
389 Filho, 2015). Assim, mesmo não havendo diferenças na germinação, foi verificado maior
390 IVG para sementes colhidas em Barão do Triunfo. Neste sentido foi observada correlação
391 positiva significativa de 0,92 entre o teor de SST e o IVG, ou seja, a maior maturação dos
392 frutos ocasiona uma germinação mais rápida das sementes.

393 Resultado semelhante foi observado em *C. adamantium* onde houve correlação
394 entre o teor de SST e a germinação de sementes. A análise mostrou tendência de aumento
395 da porcentagem de germinação, de 80 para 100%, quando o Brix passou de 14,18 para 20,
396 sugerindo que para esta espécie o Brix pode ser utilizado como parâmetro para orientar o
397 ponto de maturação dos frutos para colheita de sementes (Melchior et al., 2006). Em *C.*
398 *xanthocarpa* também foi observado que frutos em estágio mais avançado de maturação nas
399 cores amarela e laranja, apresentaram maior porcentagem de germinação e IVG, do que
400 frutos de coloração verde escuro (Herzog, Malavasi, & Malavasi, 2012).

401 Durante as avaliações de germinação observou-se que em média 3% das sementes
402 eram poliembriônicas, com formação de até duas plantas por sementes, sendo que essa
403 informação ainda não havia sido relatada para a espécie. A poliembrionia é a formação de
404 um ou mais embriões produzidos assexuadamente, além do embrião sexual e ocorre em
405 pelos menos 250 espécies de 59 famílias (Lersten, 2004). Esta característica já é conhecida
406 para os gêneros *Myrciaria*, *Eugenia* e *Syzygium* em mirtáceas (Gurgel & Soubihe
407 Sobrinho, 1951). Trabalhos recentes relatam poliembrionia em sementes das espécies
408 *Plinia jabuticaba* e *P. peruviana*, onde foram verificadas 1,46 e 1,19 plantas por semente,
409 respectivamente (Wagner Júnior, Silva, Pimentel, Santos, & Bruckner, 2011). Para *P.*
410 *cauliflora* a taxa de poliembrionia foi de até 37,5%, havendo emergência de duas até cinco
411 plantas por semente (Danner, Citadin, Sasso, Ambrosio, & Wagner Júnior, 2011).

412 Gurgel & Soubihe Sobrinho (1951), estudando mirtáceas frutíferas, ressaltam que
413 há variação entre anos de coleta para as mesmas plantas, indicando que fatores ambientais

414 influenciam na expressão da poliembrionia. Colaborando neste sentido, Danner et al.
415 (2011) expõem que a poliembrionia parece ser principalmente afetada pela genética e
416 condições ambientais durante a embriogênese somática de sementes na planta-matriz.

417 Considerando-se os aspectos nutricionais verificados para outras espécies de
418 *Campomanesia*, o interesse crescente por frutos nativos e com base nos resultados
419 apresentados nesse estudo, sugere-se para trabalhos futuros uma caracterização mais
420 ampla, incluído mais anos de avaliações e o uso de outras populações. Aconselha-se a
421 análise de composição centesimal, compostos fenólicos e análise sensorial, assim como
422 melhor amostragem, principalmente quanto ao grau de maturação dos frutos, o que não foi
423 possível de se obter em virtude da frutificação da espécie ter sido baixa e dispersa ao longo
424 do tempo.

425 Além disso, o acompanhamento do desenvolvimento dos frutos por meio de uma
426 curva fenológica traria uma maior homogeneidade na amostragem e poderia determinar o
427 ponto mais adequado para a coleta para o consumo dos frutos ou para a obtenção de
428 sementes.

429 Ressalta-se que, apesar de se tratar de uma espécie nativa do Bioma Pampa de
430 grande importância, são escassos os estudos com a mesma, que apresenta potencial tanto
431 para uso frutícola, quanto ornamental, podendo ser utilizada para ambos os propósitos, já
432 que tanto a floração quanto a frutificação ocorrem em períodos prolongados e
433 simultaneamente, acarretando um diferencial para a espécie. Além disso, os estudos de
434 caracterização morfológica, física e química dos frutos, bem como de germinação das
435 sementes de *C. aurea*, podem contribuir para aumentar o conhecimento acerca da espécie,
436 potencializando a sua utilização.

437

438 CONCLUSÃO

439

440 Os frutos de *C. aurea* coletados em dois acessos diferem na concentração de SST,
441 na relação SST/AT e no teor de vitamina C, entretanto não há diferenças quanto às
442 características físicas. As sementes da espécie possuem alta germinação.

443

444 REFERÊNCIAS

445

446 Álvarez, J. G., Helber Balaguera, H. E., & Cárdenas, J. F. (2009). Caracterización
447 fisiológica del fruto de Champa (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pavón) durante la
448 poscosecha. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 12(2), 125-133.

449

- 450 Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official methods of analysis of the
 451 Association of Official Analytical Chemists. 17. ed. Washington, DC: AOAC
 452 International, 2000.
 453
- 454 Balaguera, H. E., Álvarez, J. G. & Bonilla, D. C. (2009). Crecimiento y desarrollo del fruto
 455 de champa (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pavón). *Revista U.D.C.A Actualidad &*
 456 *Divulgación Científica*, 12(2), 113-123. doi: 10.1590/S0100-29452012000200019
 457
- 458 Bianchini, F. G, Balbi, R. V., Pio, R., Silva, D. F. Pasqual, M., & Vilas Boas, E. V. B.
 459 (2016). Caracterização morfológica e química de frutos de cambucizeiro. *Bragantia*,
 460 75(1),10-18. doi: 10.1590/1678-4499.096
 461
- 462 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa
 463 Agropecuária. (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA/ACS.
 464
- 465 Borghetti, F., & Ferreira, A. G. (2004). Interpretação De Resultados De Germinação. In:
 466 Ferreira, A. G. & Borghetti, F (Orgs.). *Germinação: do básico ao aplicado* (209-222).
 467 Porto Alegre, RS: Artmed.
 468
- 469 Chitarra, M. I. F., & Chitarra, A. B. (2005). *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e*
 470 *manuseio*. 2 ed. Lavras: UFLA.
 471
- 472 Danner, M. A., Citadin, I., Sasso, S. A. Z., Ambrosio, R., & Wagner Júnior, A. (2011).
 473 Armazenamento a vácuo prolonga a viabilidade de sementes de jabuticabeira. *Revista*
 474 *Brasileira de Fruticultura*, 33(1), 246-252. doi: 10.1590/S0100-29452011005000037
 475
- 476 Dresch, D. M., Scalon, S. De P. Q., Masetto, T. E., & Vieira, M. C. (2013). Germinação e
 477 vigor de sementes de gabioba em função do tamanho do fruto e semente. *Pesquisa*
 478 *Agropecuária Tropical*, 43(3), 262-271. doi: 10.1590/s1983-40632013000300006
 479
- 480 Dousseau, S., Alvarenga, A. A., Guimarães, R. M., Lara, T. S., Custódio, T. N. & Chaves,
 481 I. S. (2011). Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*.
 482 *Ciência Rural*, 41 (8), 1362-1368. doi: 10.1590/S0103-84782011000800011
 483
- 484 Gonçalves, G. V., Andrade, F, R, Marimon Junior, B. H., Schossle, T. R., Lenza, E., &
 485 Marimon, B. S. (2013). Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa*
 486 Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. *Revista de Ciências*
 487 *Agrárias*, 36(1) 31-40.
 488
- 489 Gurgel, J.T.A., & Soubihe Sobrinho, J. (1951). Poliembrião em mirtáceas frutíferas.
 490 *Bragantia*, 11(4-6), 141-163. doi: 10.1590/S0006-87051951000200006
 491
- 492 Herzog, N. F. M., Malavasi, M. M., & Malavasi. U. C. (2012). Morfometria dos frutos e
 493 germinação de sementes de *Campomanesia xanthocarpa* O. BERG. *Semina: Ciências*
 494 *Agrárias*, 33(4), 1359-1366. doi: 10.5433/1679-0359.2012v33n4p1359
 495
- 496 IBGE. Brasil/RioGrande do Sul. Disponível em:
 497 <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>> Acesso em: 04 jan., 2018.
 498
- 499 Landrum, L. The development of the fruits and seeds of *Campomanesia* (Myrtaceae).
 500 (1982). *Brittonia*, 34(2), 220-224.

- 501 Lersten, N. R. (2004). *Flowering Plant Embryology: With Emphasis on Economic Species*.
502 Oxford: Blackwell Publishing.
- 503
- 504 Lira Júnior, J. S., Bezerra, J. E. F., Lederman, I. E., & Silva Junior, J. F. (2007).
505 *Pitangueira*. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA.
- 506
- 507 Lorenzi, H., Bacher, L., Lacerda, M., & Sartori, S. (2006). *Frutas brasileiras e exóticas*
508 *cultivadas (de consumo in natura)*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- 509
- 510 Lorenzi, H., Lacerda, M. T. C., & Bacher, L. B. (2015). *Frutas no Brasil nativas e exóticas*
511 *(de consumo in natura)*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- 512
- 513 Maguire, J. D. (1962). Speed of germination aid in selection and evaluation for emergence
514 and vigour. *Crop Science*, 2(2), 176-177. doi:
515 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x
- 516
- 517 Maluf, A. M., & Pisciotto-Ereio, W. A. (2005). Secagem e armazenamento de sementes
518 de Cambuci. *Pesq. agropec. bras.*, 40(7), 707-714. doi: 10.1590/S0100-
519 204X2005000700012
- 520
- 521 Marcos Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. 2 ed. Londrina:
522 ABRATES.
- 523
- 524 Melchior, S. J., Custódio, C. C., Marques, T. A., & Neto, N. B. M. Colheita e
525 armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. –
526 Myrtaceae) e implicações na germinação (2006). *Revista Brasileira de Sementes*, 28(3),
527 141-150. doi: 10.1590/S0101-31222006000300021
- 528
- 529 Morzelle, M. C., Bachiega, P., Souza, E. C., Vilas Boas, E. V. B., & Lamounier, M. L.
530 (2015). Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici
531 provenientes do Cerrado brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(1), 096-103. doi:
532 10.1590/0100-2945-036/14
- 533
- 534 Oliveira, M. C., Santana, D. G., & Santos, C. M. (2011). Biometria de frutos e sementes e
535 emergência de plântulas de duas espécies frutíferas do gênero *Campomanesia*. *Revista*
536 *Brasileira de Fruticultura*, 33(2), 446-455. doi: 10.1590/S0100-29452011005000069
- 537
- 538 Pereira, M. C., Steffens, R. S., Jablonski, A., Hertz, P. F., Rios, A. O., Vizzotto, M., &
539 Flores, S. H. (2012). Characterization and Antioxidant Potential of Brazilian Fruits from the
540 Myrtaceae Family. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(12) 3061–3067. doi:
541 10.1021/jf205263f
- 542
- 543 Rego, S. S., Nogueira, A. C., Kuniyoshi, Y. S., & Santos, Á. F. (2009). Germinação de
544 sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e
545 condições de temperaturas, luz e umidade. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(2), 212-220.
546 doi: 10.1590/S0101-31222009000200025
- 547
- 548 Reitz, p. R. (1977). *Flora ilustrada catarinense*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues.
- 549
- 550 Santana, D. G., Ranal, M. A. (2004). *Análise da germinação: um enfoque estatístico*.
551 Brasília: Editora Universidade de Brasília.

- 552 Santos, C. M. R. Dos, Ferreira, A. G., & Áquila, M. E. A. (2004). Características de frutos
553 e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul.
554 *Ciência Florestal*, 14(2), 13-20. doi: 10.5902/198050981802
555
- 556 Santos, M. S., Carneiro, P. I. B., Wosiacki, G., Petkowicz, C. L. O., & Carneiro, E. B. B.
557 (2009). Caracterização físico-química, extração e análise de pectinas de frutos de
558 *Campomanesia xanthocarpa* B. (Gabioba). *Semina: Ciências Agrárias*, 30(1), 101-106.
559 doi: 10.5433/1679-0359.2009v30n1p101
560
- 561 Santos, M. A., Megguer, C. A., Costa, A. C., & Lima, J.S. (2015). Growth and
562 development of gabioba [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] fruits. *African*
563 *journal of agricultural research*, 10(14), 1765-1772. doi: 10.5897/AJAR2014.8517
564
- 565 Scalon, S. P. Q., Oshiro, A. M., Masetto, T. E., & Dresch, D. M. (2013). Conservation of
566 *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg seeds in different packaging and at varied
567 temperatures. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(1), 262-269. doi: 10.1590/S0100-
568 29452013000100030
569
- 570 Silva, E. P., Vilas Boas, E. V. B., Rodrigues, L. J., & Siqueira, H. H. (2009).
571 Caracterização física, química e fisiológica de gabioba (*Campomanesia pubescens*)
572 durante o desenvolvimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29(4), 803-809. doi:
573 10.1590/S0101-20612009000400016
574
- 575 Stumpf, E. R. T. (2009). *Cores e formas no Bioma Pampa: plantas ornamentais nativas*.
576 Pelotas: Embrapa Clima Temperado.
577
- 578 Taco - *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. (2011). 4. ed. rev. e ampl.
579 Campinas: NEPA- UNICAMP.
580
- 581 Tereda, M., Watanabe, Y., Kunitoma, M., & Hayashi, E. (1978). Differential Rapid
582 Analysis of Ascorbic Acid and Ascorbic Acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method.
583 *Analytical Biochemistry: methods in the biological sciences*, 84, 604-608.
584
- 585 Vallilo, M. I., Garbelotti, M. L., Oliveira, E., & Lamardo, L. C. A. (2005). Características
586 físicas e químicas dos frutos do Cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). *Revista Brasileira*
587 *de Fruticultura*, 27, (2), 241-244. doi: 10.1590/S0100-29452005000200014
588
- 589 Vallilo, M. I., Lamardo, L. C. A., Gaberlotti, M. L., Oliveira, E., & Moreno, P. R. H.
590 (2006). Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O.
591 Berg. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(4), 805-810. doi: 10.1590/S0101-
592 20612006000400015
593
- 594 Wagner Júnior, A., Silva, J. O. C., Pimentel, L. D., Santos, C. E. M., & Bruckner, C. H.
595 (2011). Germinação e desenvolvimento inicial de duas espécies de jabuticabeira em função
596 do tamanho de sementes. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33(1), 105-109. doi:
597 10.4025/actasciagron.v33i1.4881

5 CAPÍTULO 2

Fotoblastismo de sementes de *Campomanesia aurea* O. Berg em diferentes locais de coleta

(Manuscrito formatado de acordo as normas da Revista Bioscience Journal)

1 **FOTOBLASTISMO DE SEMENTES DE *Campomanesia aurea* O. BERG. EM**
2 **DIFERENTES LOCAIS DE COLETA**

3
4 **RESUMO:** *Campomanesia aurea* (Myrtaceae) é uma espécie nativa do Pampa. Possui
5 frutos comestíveis, potencial ornamental e para recuperação de áreas degradadas. Propaga-
6 se naturalmente por sementes, contudo, para sua utilização com maior eficiência para a
7 produção de mudas ou recomposição da vegetação, são necessários conhecimentos básicos
8 das condições necessárias para se obter a máxima germinação. O objetivo do trabalho foi
9 avaliar comportamento germinativo de sementes de *C. aurea* em diferentes condições de
10 luz coletadas em dois locais. Sementes procedentes do município de Barão do Triunfo,
11 Parque Natural Morro do Osso e Unidade de Conservação Morro do Santana foram
12 analisadas quanto ao fotoblastismo e procedência pelos testes de germinação, índice de
13 velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e formação de
14 plântulas normais. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os dados
15 foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5%. Para os
16 três locais de coleta não foram observadas diferenças na germinação e no TMG em
17 ausência ou presença de luz, indicando que trata-se de uma espécie fotoblástica neutra.
18 Para os diferentes locais de coleta não foi houve diferença na germinação e no TMG. As
19 sementes coletadas em Barão do Triunfo apresentaram maior IVG em relação a Morro do
20 Osso e Morro Santana e maior formação de plântulas normais em relação ao Morro
21 Santana. Houve diferenças na umidade das sementes e na coordenada a^* da colorimetria.
22 Conclui-se que sementes de *C. aurea* são fotoblásticas neutras, apresentando germinação
23 superior a 85% e se estendendo por períodos superiores a 70 dias.

24

25 Palavras-chaves: Guabirobinha-do-campo. Myrtaceae. Luz.

26

27 INTRODUÇÃO

28

29 *Campomanesia aurea* O. Berg é uma espécie da família Myrtaceae, conhecida
30 popularmente como guabirobinha-do-campo ou araçá-rasteiro (LORENZI, 2006). Ocorre
31 no planalto meridional do Sul do Brasil em áreas ocupadas pelos campos gramíneos ou
32 arbustivos, principalmente no Rio Grande do Sul (REITZ, 1977), distribuindo-se até o
33 Paraná, limite norte brasileiro da espécie, onde ocupa áreas abertas sob domínio da
34 Floresta Ombrófila Mista (LIMA et al., 2011).

35 Trata-se de uma espécie heliófita, com xilopódio subterrâneo e indiferente quanto
36 às condições físicas do solo, ocorrendo desde locais com solos secos até em margens de
37 banhados (REITZ, 1977). É perene e pode alcançar até um metro de altura, apresentando
38 caule lenhoso e ramificado. Possui potencial ornamental para uso em jardins e vaso devido
39 ao porte arbustivo, formato irregular de planta, e floração intensa e aromática (STUMPF,
40 2009). A floração se estende de outubro a janeiro, com o amadurecimento dos frutos de
41 dezembro a fevereiro (LORENZI, 2006). As folhas são utilizadas na medicina popular para
42 o tratamento de diarreia, males de bexiga e uretra (CRUZ e KAPLAN, 2004).

43 Propaga-se naturalmente por sementes, contudo para sua utilização com maior
44 eficiência na produção de mudas ou na recomposição da vegetação ainda faltam
45 conhecimentos básicos para a obtenção da máxima germinação. A uniformidade e
46 velocidade de germinação são influenciadas por fatores intrínsecos das sementes, ligados
47 ao genótipo, ao grau de maturidade e a dormência, entre outros, e também por fatores
48 ambientais relacionados à disponibilidade de água, temperatura, oxigênio e luminosidade
49 (MARCOS FILHO, 2015).

50 Respostas às variações luminosas constituem um mecanismo de adaptação das
51 plantas a nichos específicos de ambiente. A percepção luminosa está relacionada com o
52 fitocromo, responsável pela resposta das sementes às variações ambientais (GUALTIERI e

53 FANTI, 2015). O fitocromo é uma cromoproteína solúvel presente na célula do eixo
54 embrionário. Sua conversão para a forma ativa (F_{VD}) ocorre com a exposição da forma
55 inativa (F_V) a radiações na faixa de 660 nm (vermelha). Por outro lado a exposição da
56 forma ativa a radiações na faixa de 730 nm (vermelho-distante), ou sua permanência no
57 escuro, o fitocromo assume a forma inativa. O fitocromo na forma ativa, em concentração
58 suficiente, inicia o processo germinativo, mediante a síntese de hormônios e o reinício da
59 transcrição genética (MARCOS FILHO, 2015).

60 Assim, para espécies com sementes fotoblásticas positivas, o efeito da luz é
61 benéfico para a germinação e desencadeia a síntese de hormônios e enzimas, o controle
62 respiratório, a permeabilização do tegumento ao oxigênio e o metabolismo dos lipídeos.
63 Para as fotoblásticas negativas, a baixa concentração de fitocromo na forma ativa, pela
64 exposição a períodos de escuro ou exposição rápida a radiação vermelho-distante, já são
65 suficientes para iniciar o processo de germinação (MARCOS FILHO, 2015).

66 O potencial de uso de *C. aurea* como ornamental, frutífera e a crescente demanda
67 pelo uso de espécies nativas para recuperação de áreas degradadas do Bioma Pampa,
68 justifica o desenvolvimento de estudos que avaliem a capacidade germinativa de suas
69 sementes e os fatores que influenciam este processo. Neste contexto, o objetivo do presente
70 trabalho foi avaliar comportamento germinativo de sementes de *C. aurea* em diferentes
71 condições de luz coletadas em três locais.

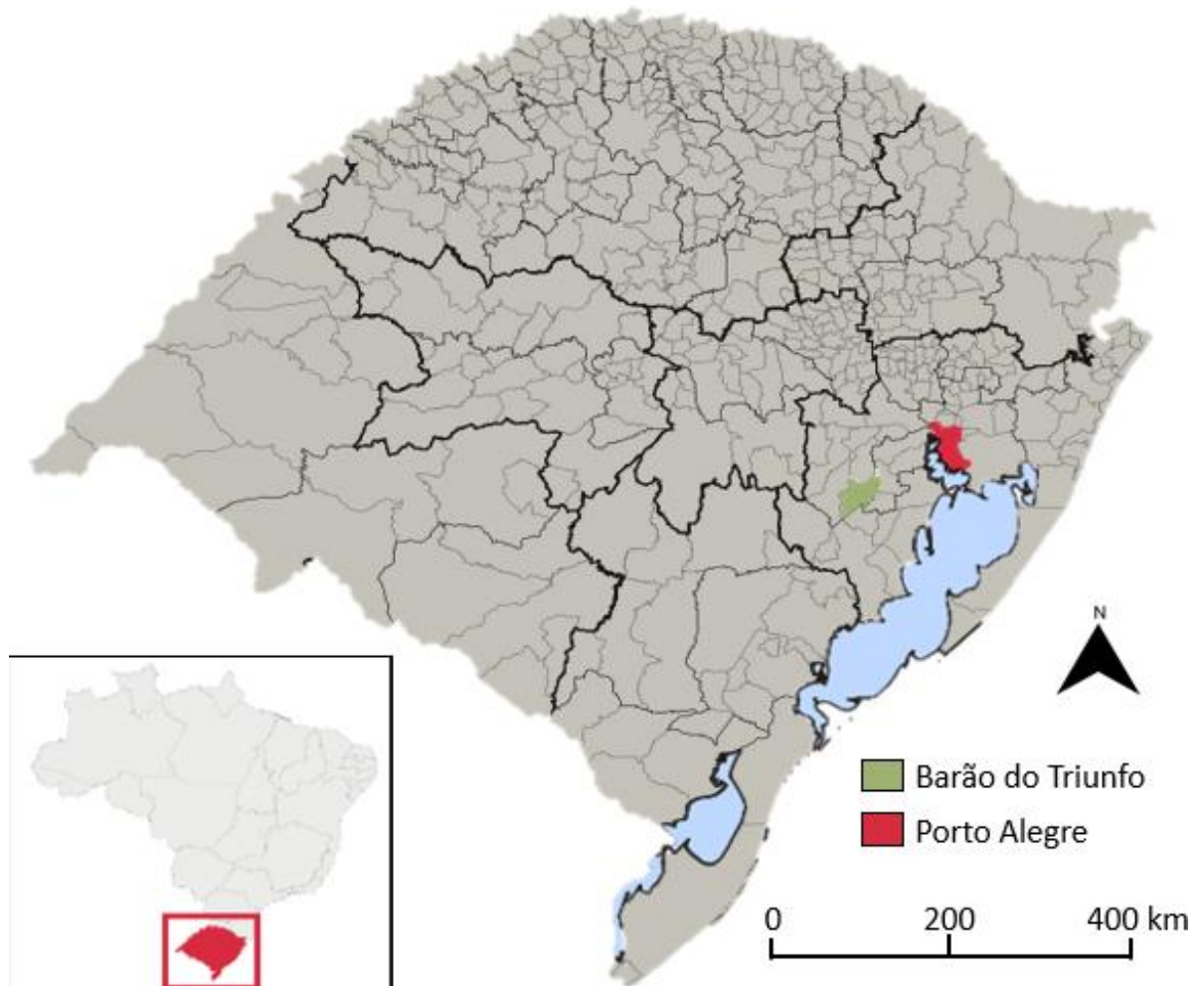
72

73 MATERIAL E MÉTODOS

74

75 Os experimentos foram conduzidos nos laboratórios do Departamento de
76 Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio
77 Grande do Sul, Porto Alegre, RS. As coletas de fruto foram realizadas no ano de 2016 em
78 áreas de vegetação nativa no município de Barão do Triunfo, RS (30° 18' S, 51° 50' W) em

79 03 de fevereiro, na cidade de Porto Alegre, RS no Parque Natural Morro do Osso (30°07'S,
 80 51°14'W), em 19 de fevereiro e Unidade de Conservação Morro do Santana (30°04'S,
 81 51°08'W) em 08 de março (Figura 1). Em ambos os locais, o solo é do tipo Neossolo
 82 Litólico e a vegetação regional é uma associação de Floresta Estacional Semidecidual com
 83 áreas de estepe (Streck et al., 2002; Setubal et al., 2011).



84

85 Figura 1. Localização dos municípios de Barão do Triunfo e Porto Alegre, RS.

86 Adaptado de IBGE, 2018.

87

88 As coletas foram realizadas durante o período da manhã em aproximadamente 50
 89 matrizes por local de coleta com características compatíveis com as descritas para a
 90 espécie e visualmente com boas características fitossanitárias. Em cada planta foram
 91 colhidos somente os frutos que apresentavam visualmente cor mais próxima ao verde claro

92 e/ou tinham polpa com menos firmeza, sendo estes considerados com maturação mais
93 avançada. O número de frutos coletados por planta variou de um a aproximadamente 10.

94 Após a coleta, os frutos foram transportados em caixa de isopor com gelo e levados
95 para laboratório, onde determinou-se a cor do epicarpo, utilizando-se um colorímetro
96 digital (Konica/Minolta, CR400). Para cada local de coleta foram tomados aleatoriamente
97 120 frutos e divididos em quatro amostras de 30 frutos cada. A verificação da cor foi
98 realizada em lado oposto ao cálice em seis frutos escolhidos aleatoriamente de cada uma
99 das amostras de 30 frutos. A determinação das cores foi feita conforme o sistema CIE-Lab,
100 onde a coordenada L* representa o grau de luminosidade da cor (variação de zero a 100
101 indicando, respectivamente o preto e o branco), a coordenada a* expressa o grau de
102 variação entre o vermelho e o verde (a* negativo = verde; a* positivo = vermelho) e a
103 coordenada b*, o grau de variação entre o azul e o amarelo (b* negativo = azul; b* positivo
104 = amarelo).

105 Após a determinação da cor, separadamente as sementes de cada amostra dos
106 diferentes locais de coleta foram retiradas manualmente dos frutos, contadas e lavadas em
107 água corrente com auxílio de peneira para a remoção da polpa, e posteriormente secas
108 superficialmente com papel toalha. Depois desse procedimento, foi feita a desinfestação
109 das sementes pela imersão em álcool 70% por 1 minuto e em hipoclorito de sódio 1% (i.a)
110 por 15 minutos, e a seguir lavadas com água deionizada autoclavada. Após a desinfestação,
111 as sementes foram acondicionadas em caixas gerbox com papel mata-borrão umedecido
112 com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009) e levadas para
113 ambiente com temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 16 horas de luz.

114 Para a avaliação do fotoblastismo, metade das sementes avaliadas para cada local
115 de coleta foi mantida em ausência de luz durante todo o experimento, utilizando-se caixas
116 de metal hermeticamente fechadas. As avaliações eram realizadas utilizando lâmpada
117 fluorescente envolta em quatro camadas de papel celofane da cor verde (luz de segurança).

118 Para a comparação entre os locais de coleta utilizaram-se as médias dos dados referentes às
119 sementes germinadas em presença de luz, para que se pudesse verificar a formação de
120 plântulas normais.

121 O teste de germinação foi realizado para os três locais de coleta, utilizando 100
122 sementes divididas em quatro repetições de 25 para as sementes colhidas em Barão do
123 Triunfo e Parque Natural Morro do Osso e 80 sementes divididas em quatro repetições de
124 20, para as coletadas na Unidade de Conservação Morro do Santana, em virtude da baixa
125 quantidade de frutos existentes no momento da coleta neste local.

126 Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram protrusão da
127 radícula com 1 mm. Simultaneamente, com o teste de germinação, foram avaliados o
128 índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE 1962 adaptado por SANTANA e
129 RANAL, 2004), o tempo médio de germinação (TMG) (SILVA e NAKAGAWA 1995) e a
130 formação de plântulas normais. Para determinação do IVG, do TMG e formação de
131 plântulas foram feitas observações a cada dois ou três dias para contabilizar o número de
132 sementes germinadas. A primeira contagem foi feita logo que identificada o início da
133 germinação e a contagem final aos 90 dias do início do teste. Foram consideradas plântulas
134 normais àquelas que apresentavam todas as estruturas essenciais (folhas, hipocótilo e
135 sistema radicular) bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias (BRASIL, 2009).

136 O teor de água das sementes após sua retirada dos frutos foi determinado pelo
137 método da estufa a 105°C, conforme metodologia descrita nas Regras de Análise de
138 Sementes (BRASIL, 2009), utilizando triplicatas com peso mínimo de 0,3 g.

139 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas
140 pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os dados de germinação os locais para
141 Barão do Triunfo e Parque Natural Morro do Osso, o IVG para a Unidade de Conservação
142 Morro do Santana para o experimento de fotoblastismo e germinação na comparação entre
143 locais, não se adequaram aos pressupostos da análise de variância mesmo após a

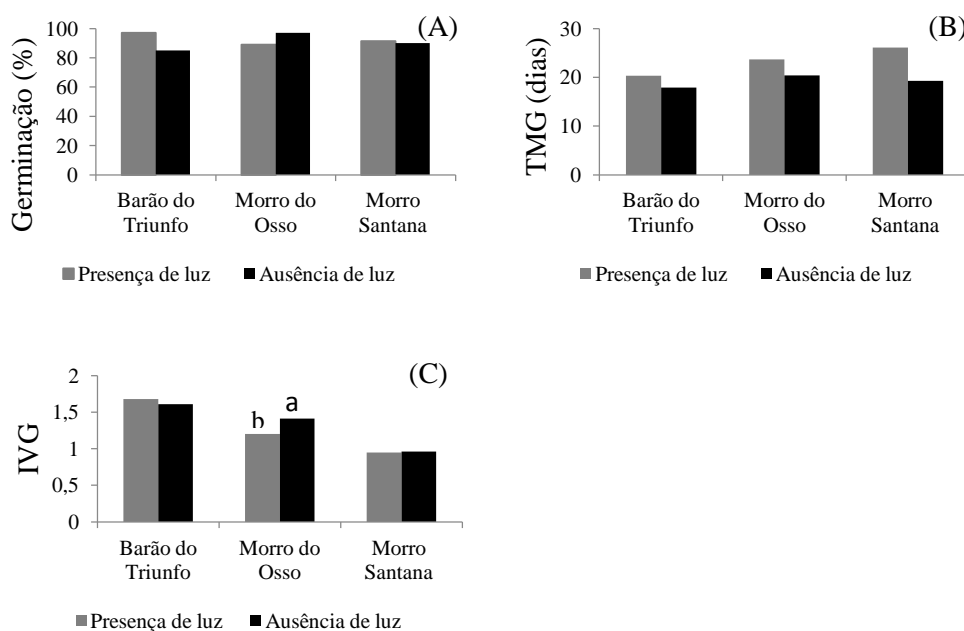
144 transformação dos dados, sendo analisados pela estatística não paramétrica de Kruskal
 145 Wallis para a comparação.

146

147 RESULTADOS E DISCUSSÃO

148

149 Para os três locais de coleta não foram observadas diferenças na germinação (em
 150 média foi superior a 90%) e no TMG (21,2 dias) das sementes em ausência ou presença de
 151 luz, indicando que *C. aurea* é uma espécie fotoblástica neutra. Para IVG, apenas as
 152 sementes coletadas no Parque Natural Morro do Osso, apresentaram diferença, com maior
 153 média para aquelas mantidas no escuro (1,40) em relação aquelas mantidas na presença de
 154 luz (1,2) (Figura 2A, 2B e 2C).



155

156

157 **Figura 2.** Germinação (A), Tempo Médio de Germinação (TMG) (B) e Índice de Velocidade de
 158 Germinação (IVG) (C) de sementes de *Campomanesia aurea* O. Berg para os diferentes locais de
 159 coleta, submetidas à presença ou ausência de luz, durante 90 dias. UFRGS, Porto Alegre, RS.

160

161

162

A ausência de resposta à luz para germinação também foi verificada para sementes de outras mirtáceas, como *Eugenia brasiliensis*, *E. involucrata*, *E. pyriformis* e *E. uniflora*

163 (LAMARCA et al., 2011). Sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (Myrtaceae) também
164 apresentaram comportamento indiferente à luz para a germinação, porém na ausência de
165 luz houve menor TMG e maior IVG (REGO et al., 2011), semelhante ao verificado para
166 sementes de *C. aurea*.

167 Sementes de *Curitiba prismática*, outra Myrtaceae, apresentaram maior IVG e
168 maior germinação (91,2%) na presença de luz, embora também tenham ocorrido sementes
169 germinadas em condição de escuro (35,6%), sendo classificada como fotoblástica positiva
170 preferencial (REGO et al., 2011). Outras espécies da família Myrtaceae, como
171 *Campomanesia guazumifolia*, *Acca sellowiana*, *Myrcianthes pungens* e *Psidium*
172 *cattleyanum* também apresentaram fotoblastismo positivo (SANTOS et al., 2004). Em *C.*
173 *pubescens* apresentou germinação superior a 90%, independente da condição de
174 luminosidade. Contudo, foi na condição de ausência de luz que observou-se maior
175 germinação e IVG, independente da temperatura e do substrato utilizado, resultando na
176 classificação desta espécie como fotoblástica negativa (DOUSSEAU et al., 2011).

177 O fotoblastismo difere entre as espécies de uma mesma família, dentro da mesma
178 espécie e até na mesma planta, o que traz vantagens ecológicas, pois pelo menos algumas
179 sementes são capazes de germinar independente da condição de luz do ambiente onde se
180 encontram (KLEIN e FELIPPE, 1991).

181 As necessidades das espécies quanto à luminosidade para germinação estão
182 relacionadas aos grupos ecológicos a que pertencem. Assim, em condição de sombra, onde
183 há predomínio de radiação vermelho-distante, sementes de espécies pioneiras não
184 germinam, pois é considerado um ambiente inadequado para o desenvolvimento das
185 plântulas devido à baixa radiação azul e vermelha, importantes para a fotossíntese. O efeito
186 da filtragem da luz desempenhado pela vegetação é também exercido pela serrapilheira
187 (TAKAKI, 2015). Neste sentido, o fato da distribuição de *C. aurea* se concentrar em áreas
188 abertas e o fato de ser uma espécie heliófila (REITZ, 1977; LIMA et al., 2011), seriam

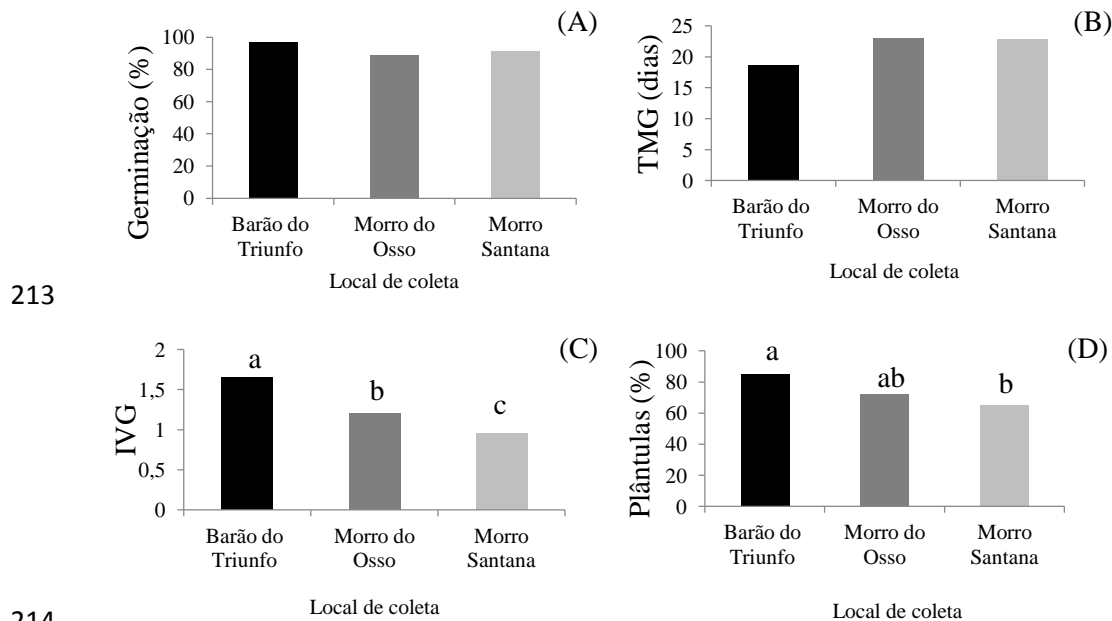
189 indicativos de que a espécie apresentasse comportamento fotoblástico positivo. Entretanto,
190 em determinadas áreas de vegetação nativa do Pampa ocorre um forte adensamento de
191 vegetação rasteira, que impede a incidência de luz na superfície do solo, tal qual ocorre nas
192 áreas de floresta.

193 Para todos os locais de coleta de frutos utilizados no presente trabalho, os
194 espécimes de *C. aurea* dificilmente eram encontrados em áreas com vegetação arbustiva
195 ou arbórea, agrupando-se majoritariamente em pontos de vegetação rasteira. O
196 comportamento indiferente à luz verificado para as sementes da espécie pode ser uma
197 estratégia de sobrevivência para ocupar áreas com esse tipo de vegetação adensada.

198 Somado a isso, as características dos frutos do tipo baga, o elevado teor de água das
199 sementes verificados neste trabalho, somado a ausência de dormência, o crescimento lento
200 a distribuição geográfica restrita (MACIEL et al., 2003), fornecem indicativos que trata-se
201 de uma espécie não pioneira.

202 Para os diferentes locais de coleta não houve diferença na porcentagem de
203 germinação, em média superior a 85%. As sementes coletadas em Barão do Triunfo
204 apresentaram maior IVG, 1,64 e maior formação de plântulas normais 85%, em relação ao
205 Morro Santana, 0,95 e 65%, respectivamente (Figura 3A, 3B e 3C). A primeira contagem
206 de sementes germinadas ocorreu em nove dias para sementes coletadas em Barão do
207 Triunfo e Morro do Osso, e em 13 dias para as coletadas no Morro Santana e se estendeu
208 por até 72, 65 e 73 dias após a semeadura, respectivamente.

209 Assim, verificou-se que as sementes de *C. aurea* possuem alta germinação (85%),
210 mas percebe-se, pelos dados de TMG e IVG, que a germinação não ocorre de forma rápida
211 e uniforme. O TMG foi de 18 dias para sementes coletadas em Barão do Triunfo e de 22
212 dias para Morro do Osso e Morro Santana.



213
214 **Figura 3.** Germinação (A), Tempo Médio de Germinação (TMG) (B), Índice de Velocidade de
215 Germinação (IVG) (C) e formação de plântulas normais (D) em sementes de *Campomanesia aurea*
216 O. Berg para os diferentes locais de coleta, durante 90 dias. UFRGS, Porto Alegre, RS.

217

218
219 As diferenças no IVG entre os locais de coleta podem ser devido às variações
220 ambientais, a variabilidade genética da planta matriz e a segregação genética entre os
221 indivíduos de cada progênie, que podem causar diferenças na germinação e emergência
222 (FIOR et al., 2010). Comportamento semelhante ao encontrado neste trabalho para estas
223 variáveis foi observado para diferentes lotes de sementes de *Myrcianthes pungens*
224 (Myrtaceae) que apresentaram germinação acima de 80%, ocorrendo entre o oitavo e o
225 décimo quinto dia após a sementeira, com tempo médio de germinação de até 30,1 dias
226 (FIOR et al., 2010). O mesmo ocorreu com outras espécies da família Myrtaceae, como
227 *Blepharocalyx salicifolius* em que a germinação teve início entre o sexto e o oitavo dia
228 após a sementeira, e estabilizou a partir do 36º, e *Curitiba prismatica* que iniciou a
229 germinação no 18º dia se estendendo até o 65º dia (REGO et al., 2009; REGO et al.,
230 2011).

231 A germinação de sementes de espécies não domesticadas ocorre de forma
232 distribuída no tempo, permitindo assim diminuir a exposição das sementes de uma
233 população a adversidades ambientais que poderiam comprometer a sobrevivência da
234 espécie (MARCOS FILHO, 2015). Essa característica foi observada para sementes de *C.*
235 *aurea* que estenderam o período de germinação por até 73 dias. Esse aspecto é interessante
236 sob o ponto de vista de sobrevivência das espécies, entretanto, não é desejável em caso de
237 produção de mudas, onde se almeja maior uniformidade e menor tempo de condução das
238 plantas em viveiro.

239 As diferenças observadas no IVG entre os locais de coleta, também podem estar
240 associadas ao grau de maturação dos frutos e também ao grau de umidade das sementes.
241 Em muitos frutos a coloração do epicarpo constitui um indicativo de sua maturação,
242 entretanto, para *C. aurea* a única diferença na cor dos frutos foi observada na coordenada
243 a^* , que fornece informações a respeito da intensidade da coloração verde e vermelha,
244 sendo que, quanto menos negativo for este valor, menor será a intensidade da cor verde
245 (Tabela 1). Assim, quando se cruzam os valores das coordenadas a^* e b^* na cartela de
246 cores do CIE-lab, a cor alcançada é verde claro, com uma variação muito tênue entre os
247 diferentes locais de coleta, o que torna o uso da cor um parâmetro pouco indicado para
248 visualização do ponto de maturação dos frutos de *C. aurea*. Além disso, frutos coletados
249 em Barão do Triunfo apresentavam coloração verde mais intenso, indicado pela
250 coordenada a^* , porém foi para essa localidade que foi verificado maior IVG, não havendo,
251 portanto, uma relação direta da cor com a maturação dos frutos e as características de
252 germinação.

253 Ao contrário do verificado para *C. aurea*, em outras espécies da família Myrtaceae
254 a coloração dos frutos apresenta-se como um bom indicativo da maturação para coleta de
255 semente. Exemplo disso são as espécies *Eugenia pyriformis* e *E. involucrata*, para as quais
256 a coloração do epicarpo é eficiente para a determinação do ponto de colheita de frutos para

257 extração de sementes. A coleta das sementes de *E. pyriformis* é indicada quando seus
 258 frutos apresentarem coloração entre verde a amarelo e amarelo a laranja, enquanto
 259 sementes de *E. involucrata* quando a coloração dos frutos for vermelho claro. Essas
 260 características refletem em maiores porcentagens de germinação e desenvolvimento de
 261 plântulas (ORO et al., 2012).

262

263 **Tabela 1.** Médias de luminosidade (L*) e coordenadas de cor (a* e b*) de frutos e teor de água de
 264 sementes (TA%) de *Campomanesia aurea* O. Berg para os diferentes locais de coleta e usados para
 265 o teste de germinação. UFRGS, Porto Alegre, RS.

Acessos	L*	a*	b*	TA (%)
Barão do Triunfo	61.74 ± 6.30 ^{ns}	-16.69 ± 3.51 a	40.45 ± 5.23 ^{ns}	57.34 a
Morro do Osso	63.29 ± 6.65	-14.58 ± 2.30 ab	42.30 ± 5.22	46.46 b
Morro Santana	64.25 ± 4.16	-11.48 ± 2.60 b	44.14 ± 4.45	43.53 b

266 Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%
 267 probabilidade. Medias e desvio padrão. n = 24.

268

269 A coloração dos frutos também mostrou-se um parâmetro prático e eficaz para a
 270 identificação do ponto de maturidade fisiológica de sementes de *E. uniflora*, pois apresenta
 271 relação com a umidade, com o acúmulo de massa seca e com a germinação (AVILA et al.,
 272 2009).

273 Algumas sementes possuem a capacidade de germinar poucos dias após a
 274 fecundação do óvulo, contudo a formação de plântulas normais nessa fase é comprometida,
 275 visto que a histodiferenciação e o acúmulo de reservas não estão completas. Desta forma, a
 276 porcentagem de sementes aptas a germinar e produzir plântulas normais é crescente
 277 durante a maturação, atingindo nível máximo na época próxima a paralisação do fluxo de
 278 massa seca da planta para a semente (MARCOS FILHO, 2015). Este fato foi observado no
 279 presente trabalho, pois embora não tenha havido diferenças na porcentagem de germinação

280 para os diferentes locais de coleta de frutos, observou-se maior formação de plântulas
281 normais para sementes coletadas em Barão do Triunfo em relação ao Morro Santana (Fig.
282 3D).

283 Pode-se observar que sementes coletadas em Barão do Triunfo apresentam maior
284 teor de água (57%) que sementes coletadas no Morro do Osso (46%) e no Morro Santana
285 (43%). O maior teor de água verificado nas sementes de Barão do Triunfo coincidiu com
286 os maiores valores de IVG (1,64) em relação ao Morro do Osso (1,30) e Morro Santana
287 (0,95) e também a maior formação de plântulas normais de Barão do Triunfo (85%) em
288 relação a Morro Santana (65%). Esse evento pode ter ocorrido em virtude da maior
289 quantidade de água das sementes possivelmente ter coincido com o máximo acúmulo de
290 matéria seca, que geralmente levam a maior potencial fisiológico culminando em maior
291 velocidade de germinação e vigor de plântulas (MARCOS FILHO, 2015).

292 O teor de água nas sementes precisa ser elevado no período de intensa transferência
293 de reservas da planta para a semente, pois a presença de água é indispensável para permitir
294 a movimentação de fotoassimilados e minerais. A porcentagem de sementes propensas à
295 germinar e produzir plântulas é crescente durante a maturação, atingindo nível máximo na
296 época próxima à paralisação do fluxo de matéria seca da planta para a semente,
297 considerada a maturidade fisiológica. É nessa fase que o potencial fisiológico da semente é
298 elevado, se não máximo, sendo que, a partir desse ponto, o potencial fisiológico só pode
299 ser mantido ou decrescer, pelo processo de deterioração da semente (MARCOS FILHO,
300 2015). Assim, é possível que o maior teor de água das sementes de *C. aurea* tenha
301 coincido com a etapa de maior vigor fisiológico, culminando em maior velocidade de
302 germinação e formação de plântulas normais.

303 Muitas espécies da família Myrtaceae não sofrem dessecação acentuada ao final da
304 maturação e são dispersas com elevado grau de umidade como observado em vários
305 trabalhos da literatura. Valores similares de teor de água inicial observados para *C. aurea*

306 após o beneficiamento das sementes foram verificados para outras espécies do gênero,
307 como *C. pubescens* (42%) (DOUSSEAU et al., 2011) e *C. adamantium* (57%) (DRESCH
308 et al., 2012) e também para outras mirtáceas, tais como *Eugenia brasiliensis* (48,9%),
309 *Myrcia glabra* e *Myrcia palustris* (superior a 40%), *Myrcianthes pungens* (superior a
310 40%), *Eugenia pyriformis* (45%), *Acca sellowiana* (36%) (KOHAMA et al., 2006;
311 LEONHARDT et al., 2010; FIOR et al., 2010; SCALON et al., 2012; GOMES et al.,
312 2013).

313 Sementes de *Eugenia involucrata* apresentaram decréscimo no teor de água com o
314 avanço da maturação. Frutos com epicarpo verde apresentaram os maiores valores de
315 umidade das sementes (75,5%) que foram diminuindo gradativamente, com os menores
316 valores visualizados para frutos de cor vinho coletados ao chão (59,3%). Entretanto a
317 maior porcentagem de germinação ocorreu em frutos de coloração vermelho claro, quando
318 as sementes tinham 72% de umidade (ORO et al., 2012), semelhante ao observado para *C.*
319 *aurea*, em que o maior teor de água coincidiu com o aumento da velocidade de germinação
320 e formação de plântulas normais.

321 Assim, o grau de umidade das sementes de *C. aurea*, próximo ou superior a 50%,
322 também pode ser um indicativo eficiente para determinar o ponto de coleta de frutos para
323 extração de sementes, uma vez que não ocorre mudança perceptível na coloração dos
324 frutos.

325

326 **CONCLUSÃO**

327 Sementes de *C. aurea* são fotoblásticas neutras, apresentando germinação superior
328 a 85% e se estendendo por períodos superiores a 70 dias.

329

330

331 **PHOTOBLASTISM *Campomanesia aurea* O. BERG SEEDS IN DIFFERENT**
332 **COLLECTION SITES**

333

334 **ABSTRACT:** *Campomanesia aurea* (Myrtaceae) is a native species from the Pampa
335 region. It has edible fruits, ornamental characteristics and ability to recover potential
336 degraded areas. It is naturally propagated by seeds. However, for its most efficient use for
337 seedling production or replanting of vegetation, a basic knowledge about the conditions
338 required for maximum germination is required. The objective of the work was to evaluate
339 the germinative behavior of *C. aurea* in different light conditions of three collection sites.
340 Seeds from the municipality of Barão do Triunfo, Morro do Osso Natural Park and Morro
341 do Santana Conservation Unit were analyzed as for photoblastism and provenance by
342 germination test, germination speed index (GSI), mean germination time (MGT) and
343 normal seedling formation. The experimental design was completely randomized and the
344 data were subjected to analysis of variance and compared by Tukey test at 5% probability.
345 For the three collection sites, no differences were observed for germination and the MGT
346 of seeds in the absence or presence of light, indicating that it is a neutral photoblastic
347 species. For different collection sites, no differences were observed for germination
348 percentage and MGT. The seeds collected in Barão do Triunfo presented higher GSI in
349 relation to Morro do Osso and Morro Santana and higher normal seedling formation in
350 relation to Morro Santana. There were differences in the moisture of the seeds and in the
351 coordinate a of the colorimetry. We concluded that seeds of *C. aurea* are neutral
352 photoblastic, and present a germination rate higher than 85% and extending for periods
353 longer than 70 days.

354

355 Keywords: Guabirobinha-do-campo. Myrtaceae. Light.

356

357 REFERÊNCIAS

358

359

360 AVILA, A. L.; ARGENTA, M. S.; MUNIZ, M. F. B.; POLETO, I.; BLUME, E.
361 Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* (Pitanga). **Ciência**
362 **Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 61-68, 2009.

363

364

365 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de**
366 **sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

367

368

369 CRUZ, A. V. M.; KAPLAN, M. A. C. Uso medicinal de espécies das famílias Myrtaceae e
370 Melastomataceae no Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.11, n. 1, p. 47-52, 2004.

371

372

373 DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; GUIMARÃES, R. M.; LARA, T. S.;
374 CUSTÓDIO, T. N.; CHAVES, I. S. Ecofisiologia da germinação de sementes de
375 *Campomanesia pubescens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n. 8, p.1362-1368, 2011.

376

377

378 DRESCH, D. M. ; SCALON, S. P. Q.; MASETTO, T. E.; VIEIRA, M. C. Germinação de
379 sementes de *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg em diferentes temperaturas e
380 umidades do substrato. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 223-229, 2012.

381

382

383 FIOR, C. S.; RODRIGUES, L. R.; CALIL, A. C.; LEONHARDT, C.; SOUZA, L. S.;
384 SILVA, V. S. Qualidade fisiológica de sementes de guabijuzeiro (*Myrcianthes*
385 *pungens* (Berg) Legrand – Myrtaceae) em armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34,
386 n. 3, p. 435-442, 2010.

387

388

389 GOMES, J. P.; OLIVEIRA, L. M.; SALDANHA, A. P.; MANFREDI, S.; FERREIRA, P.
390 I. Secagem e Classificação de Sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret – Myrtaceae
391 quanto à Tolerância à Dessecação e ao Armazenamento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica,
392 v. 20, n. 2, p. 207-215, 2013.

393

394

395 GUALTIERI, S. C. J.; FANTI, S. Ecofisiologia da germinação de sementes. In: PINÃ-
396 RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes Florestais: da**
397 **ecologia a produção**. Londrina: ABRATES. 2015. p 259-275.

398

399

400 IBGE. Brasil/RioGrande do Sul. Disponível em:
401 <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>> Acesso em: 04 jan., 2018.

402

403

404 KLEIN, A.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras.
405 **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 955-966, 1991.

406

407

- 408 KOHAMA, S.; MALUF, A. M.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Secagem e
409 armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* LAM. (Grumixameira). **Revista**
410 **Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n.1, p. 72-78, 2006.
411
412
- 413 LAMARCA, E. V.; SILVA, C. V.; BARBEDO, C. J. Limites térmicos para a germinação
414 em função da origem de sementes de espécies de *Eugenia* (Myrtaceae) nativas do Brasil.
415 **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 25, n. 2, p. 293-300, 2011.
416
417
- 418 LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; FIOR, C. S. Germinação de sementes de *Myrcia glabra*
419 (O. Berg) D. Legrand e *Myrcia palustris* DC. – Myrtaceae armazenadas em câmara fria.
420 **Iheringia**, Porto Alegre, v. 65, n. 1, p. 25-33, 2010.
421
422
- 423 LIMA, D. F.; GOLDENBERG, R.; SOBRAL, M. O gênero *Campomanesia* (Myrtaceae)
424 no estado do Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 3, p. 683-693, 2011.
425
426
- 427 LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e**
428 **exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos
429 da Flora, 2006.
430
431
- 432 MACIEL, M. N.M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R.; YAMAJI, F. M.
433 Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e**
434 **ambientais**, Curitiba, v.1, n.2, p. 69-78, 2003.
435
436
- 437 MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling
438 emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.
439
440
- 441 MARCOS FILHO, Julio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina:
442 ABRATES, 2015.
443
444
- 445 ORO, P.; SCHULZ, D. G.; VOLKWEIS, C. R.; BANDEIRA, K. B.; MALAVASI, U. C.;
446 MALAVASI, M. M. Maturação fisiológica de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess e
447 *Eugenia involucrata* DC. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 11-18, 2012.
448
449
- 450 REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, Á. F. Germinação de
451 sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e
452 condições de temperaturas, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.
453 31, n. 2, p. 212-220, 2009.
454
455
- 456 REGO, S. S.; COSMO, N. L.; GOGOSZ, A. M.; KUNIYOSHI, Y. S.; NOGUEIRA, A. C.
457 Caracterização morfológica e germinação de sementes de *Curitiba prismatica* (D.
458 Legrand) Salywon & Landrum. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p.
459 616 – 625, 2011.

- 460 REITZ, P. Raulino. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues,
461 1977.
462
463
- 464 SANTANA, D. G., RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**.
465 Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248 p.
466
467
- 468 SANTOS, C. M. R.; FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Características de frutos e
469 germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul.
470 *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 14, n. p.13-20, 2004.
471
472
- 473 SCALON, S. P. Q.; NEVES, S. E. M.; MASETO, T. E.; PEREIRA, Z. V. Sensibilidade à
474 dessecação e ao armazenamento em sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. (UVAIA).
475 **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 269-276, 2012
476
477
- 478 SETUBAL, R. B.; BOLDRINI, I. I.; FERREIRA, P. M. A. **Campos dos morros de Porto**
479 **Alegre**. Porto Alegre: Igré - Associação Sócio-Ambientalista, 2011.
480
481
- 482 SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação.
483 *Informativo ABRATES*, v. 5, p. 62-73, 1995.
484
485
- 486 STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.
487 C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS,
488 2002. 126 p.
489
490
- 491 STUMPF, E. R. T. **Cores e formas no Bioma Pampa: plantas ornamentais nativas**.
492 Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 276 p.
493
494
- 495 TAKAKI, M. O fitocromo e a germinação de sementes de espécies florestais. In:
496 **Ecofisiologia da germinação de sementes**. PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA,
497 M. B.; SILVA, A. Sementes Florestais: da ecologia à produção. Londrina: ABRATES,
498 2015. p 276-307.

6 CAPÍTULO 3

Viabilidade de sementes de *Campomanesia aurea* O. Berg em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento

(Manuscrito formatado de acordo as normas da Revista Pesquisa Florestal Brasileira)

VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Campomanesia aurea* O. Berg EM DIFERENTES
TEMPERATURAS E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

Resumo – O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial fisiológico de sementes de *C. aurea* armazenadas sob duas temperaturas e cinco períodos de armazenamento. As sementes foram armazenadas em embalagens de vidro nas temperaturas de 25 e 8 °C por 0, 30, 60, 90 e 150 dias. Sementes armazenadas a 25 °C apresentaram queda linear na germinação, na formação de plântulas e aumento do tempo para germinação. Houve diminuição linear do índice de velocidade de germinação para ambas as condições de armazenamento, com queda mais acentuada para sementes estocadas a 25 °C. Conclui-se que sementes de *C. aurea* mantêm viabilidade de 80% por 150 dias quando armazenadas em temperatura de 8 °C.

Termos para indexação: Germinação, guabirobinha-do-campo, Myrtaceae.

Campomanesia aurea O. Berg SEEDS VIABILITY UNDER DIFFERENT
TEMPERATURES AND PERIODS OF STORAGE

Abstract – The objective of this work was to evaluate physiological potential of seeds of *C. aurea* seeds stored under two temperatures and five storage periods. Seeds were stored in glass containers at temperatures of 25 and 8 °C for 0, 30, 60, 90 and 150 days. Seeds stored at 25 °C showed a linear decrease in germination, in the formation of seedlings and increase in germination time. There was a linear decrease in germination speed index for both storage conditions, with a more pronounced drop for seeds stored at 25 °C. It can be concluded that *C. aurea* seeds maintain viability of 80% for 150 days when stored at 8 °C.

Index terms: germination, guabirobinha-do-campo, Myrtaceae

Campomanesia aurea (Myrtaceae) é conhecida popularmente como guabirobinha-do-campo ou araçá-rasteiro (Lorenzi, 2006). A espécie apresenta porte subarborescente com até um metro de altura, caule lenhoso e ramificado, formato irregular, floração intensa e aromática, além de frutos comestíveis (Stumpf, 2009).

Apresenta potencial ornamental para uso em jardins na composição maciços, bordaduras ou como planta de destaque, podendo ser cultivada também em vasos (Stumpf, 2009). Além disso, trata-se de uma espécie heliófita, com xilopódio subterrâneo, ocorrendo desde solos secos até margens de banhados (Reitz, 1977). Essas características constituem bons indicativos para sua utilização na recuperação de áreas degradadas, assim como relatado para outras mirtáceas, como *Campomanesia xanthocarpa*, *C. phaea*, *Eugenia brasiliensis*, *E. involucrata*, *Myrcianthes pungens*, *Psidium cattleianum* entre outras (Lorenzi, 1992).

Muitas espécies da família Myrtaceae como *Campomanesia adamantium* (Dresch et al., 2012; Dresch et al., 2014), *Eugenia brasiliensis* (Kohama et al., 2006), *E. pyriformis* (Scalon et al., 2012), *E. uniflora* (Comin et al., 2014), *E. pleurantha* e *Myrcia venulosa* (Mayrinck et al., 2016) apresentam sementes recalcitrantes, o que limita o período de armazenamento.

O armazenamento visa prolongar a viabilidade de sementes por períodos variáveis, conforme características próprias de cada espécie, permitindo sua conservação em bancos de germoplasma ou seu uso para produção de mudas (Silva & Ferraz, 2015), possibilitando que a semeadura seja programada, independente da época de colheita dos frutos.

Vários fatores contribuem, juntos ou separadamente, para o aumento do período de longevidade das sementes, dentre os quais se destaca a temperatura de armazenamento (Silva & Ferraz, 2015). A temperatura afeta diretamente a velocidade das reações químicas, e da respiração, assim como, o desenvolvimento de micro-organismos, sendo

que sua redução, dentro dos limites de cada espécie, beneficia a conservação das sementes (Marcos Filho, 2015) e a manutenção do potencial fisiológico.

O potencial fisiológico reúne informações sobre a viabilidade (germinação) e o vigor das sementes, que está relacionado à características que incluem a velocidade de germinação e crescimento de plântulas, sendo máximo na maturação fisiológica. As condições e períodos de armazenamento representam componentes importantes para manutenção da germinação e do vigor das sementes (Marcos Filho, 2015).

Estudos com o gênero *Campomanesia* mostram divergência quanto ao período de manutenção da viabilidade das sementes e das condições mais adequadas para o armazenamento, sendo que para *C. aurea* não há informações sobre a possibilidade de armazenamento de sementes.

Devido à carência de estudos com sementes de *C. aurea*, somado à tendência de uso de espécies nativas no paisagismo, à crescente demanda por espécies nativas para uso na recuperação de áreas degradadas do Bioma Pampa e à necessidade de conservação dos recursos genéticos autóctones, são necessários estudos que avaliem a possibilidade de armazenamento das sementes da espécie. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial fisiológico de sementes de *C. aurea* armazenadas sob duas temperaturas e cinco períodos de armazenamento.

O experimento foi conduzido nos laboratórios do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS. Frutos de aproximadamente 50 matrizes foram coletados no início do mês de março de 2016, no Parque Natural Morro do Osso (30°07'S, 51°14'W), localizado na cidade de Porto Alegre, RS. O local de coleta apresenta solo do tipo Neossolo Litólico e a vegetação regional é uma associação de Floresta Estacional Semidecidual com áreas de estepe (Setubal et al., 2011).

As coletas foram realizadas durante o período da manhã, em matrizes com características compatíveis as descritas para a espécie e visualmente com boa condição fitossanitária. Em cada planta foram colhidos de um a aproximadamente 10 frutos e somente aqueles que apresentavam cor mais próxima ao verde claro e/ou tinham polpa com menos firmeza. Os frutos foram transportados em caixa de isopor com gelo para o laboratório, onde foram posteriormente processados.

As sementes foram retiradas dos frutos manualmente e lavadas em água corrente com auxílio de peneira para retirada da polpa, sendo secas superficialmente com papel toalha. O teor de água inicial das sementes (assim que extraídas dos frutos) foi de 50,4%. A mesma amostra de sementes foi mantida por 48 horas sobre bancada de laboratório em temperatura ambiente para secagem, chegando ao teor de água de 10,0%. O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 °C (Brasil, 2009) utilizando triplicatas 0,5 g.

As sementes secas (teor de água de 10%) foram separadas em amostras de 100 e acondicionadas em embalagens de vidro com tampas de polietileno de alta densidade, hermeticamente fechadas, e armazenadas em temperatura constante de 25 °C ou mantidas sob refrigeração a 8 °C (em geladeira) por 0, 30, 60, 90 e 150 dias.

Para cada período de armazenagem, e para as duas temperaturas de armazenamento, as sementes foram colocadas para germinar após desinfestação prévia utilizando imersão em álcool 70% por 1 minuto e em hipoclorito de sódio 1% (i.a) por 15 minutos, sendo posteriormente lavadas com água deionizada autoclavada. Após a desinfestação, as sementes foram colocadas em caixas gerbox sobre papel mata-borrão umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (Brasil, 2009), e levadas para sala de crescimento com temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 16 horas de luz.

As sementes foram avaliadas quanto à porcentagem de germinação (G), tempo médio de germinação (TMG) (Silva e Nakagawa, 1995), índice de velocidade de germinação (IVG) (Maguire, 1962 adaptado por Santana e Ranal, 2004) e formação de plântulas. Para isso, a cada dois ou três dias foram contabilizadas as sementes germinadas e as plântulas normais formadas. A primeira avaliação foi feita logo que visualizada a primeira semente germinada e a avaliação final aos 90 dias do início do teste. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram protrusão da radícula de 1 mm e plântulas normais aquelas que apresentavam todas as estruturas essenciais (folhas, hipocótilo e sistema radicular) bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias (Brasil, 2009).

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5 (duas temperaturas e cinco períodos de armazenamento), com quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial.

Para todas as avaliações houve interação entre a temperatura (8 e 25 °C) e o período de armazenamento (0, 30, 60, 90 e 150 dias). Para a porcentagem de germinação, TMG e formação de plântulas normais, houve ajuste da regressão somente para sementes armazenadas na temperatura de 25 °C (Figura 1).

Sementes de *C. aurea* armazenadas a 25 °C apresentaram queda linear na germinação apresentando, ao final de 150 dias, 33% de viabilidade, enquanto que as mantidas em condição de refrigeração (8 °C) permaneceram com germinação de 80% no final desse mesmo período (Figura 1A).

O TMG que para sementes não armazenadas era de 21 dias, apresentou crescimento linear, aumentando para 31 dias aos 150 dias de armazenamento a 25 °C, enquanto que aquelas mantidas a 8 °C manteve-se em 21 dias (Figura 1B). Já para o IVG, houve diminuição linear para ambas as condições de armazenamento, com queda mais acentuada

para sementes armazenadas a 25 °C, apresentando o valor de 0,24 aos 150 dias, enquanto que no mesmo período as armazenadas a 8 °C tinham IVG de 0,86 (Figura 1C). A germinação mais rápida e uniforme é desejável no caso de produção de mudas, visto que gera lotes de plantas mais homogêneos, que são mais favoráveis à comercialização.

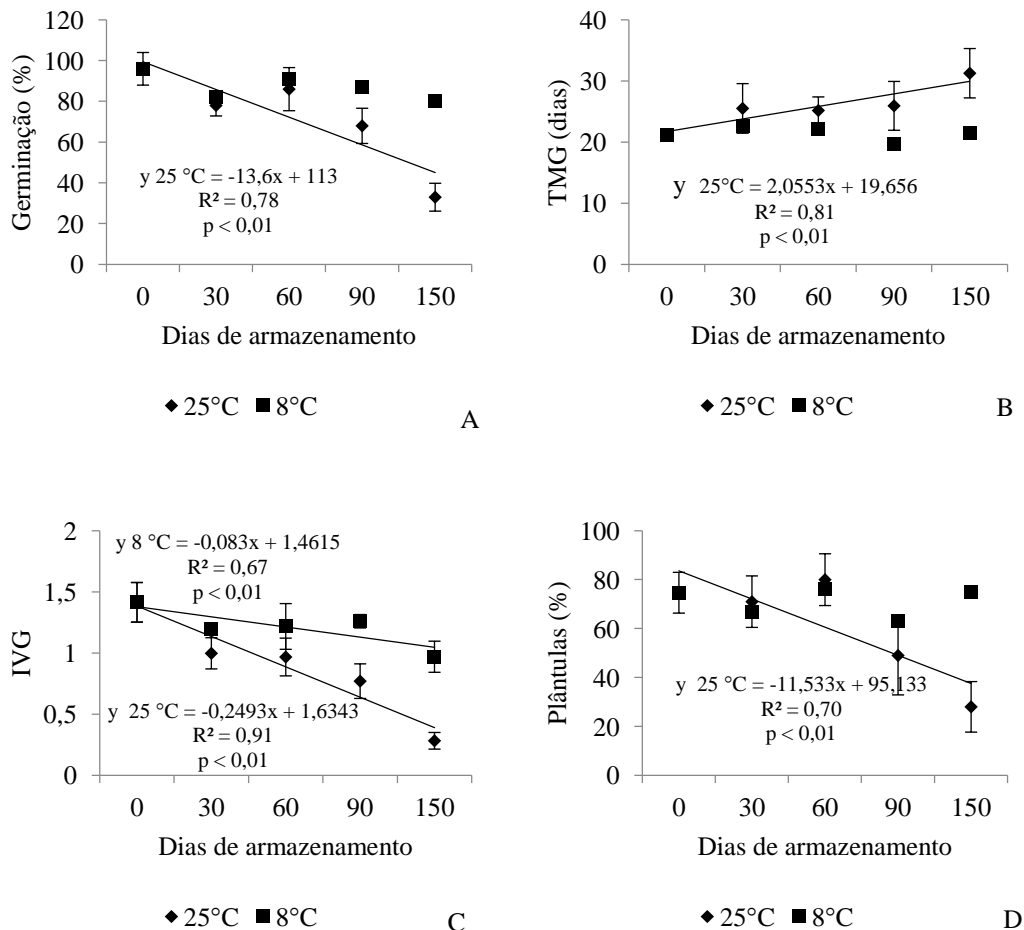


Figura 1. Germinação (A), Tempo Médio de Germinação (TMG) (B), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (C) e formação de plântulas normais (D) em sementes de *Campomanesia aurea* O. Berg armazenadas a 8 e 25 °C. UFRGS, Porto Alegre, RS.

A formação de plântulas também foi prejudicada pelo armazenamento a 25°C, havendo diminuição linear com o aumento do período de armazenamento, sendo que após 150 dias somente 28% das sementes formaram plântulas normais, enquanto que, quando

armazenadas a 8 °C pelo menos período , mantiveram 75% de formação de plântulas (Figura 1D).

A redução da velocidade de germinação é o primeiro sintoma de deterioração das sementes, geralmente determinada pela desorganização do sistema de membranas. O processo de deterioração é variável entre as espécies, composição química, teor de água e as condições ambientais do armazenamento, que podem acelerar ou retardar a velocidade e a intensidade de deterioração. Essa deterioração leva a perda gradativa de viabilidade e vigor, e são visualizados principalmente no desempenho pós-semeadura manifestados pela porcentagem, velocidade e uniformidade de emergência de plântulas. Neste sentido, o aumento da temperatura e umidade relativa durante o armazenamento acelera a deterioração (Marcos Filho, 2015).

Dessa forma, pelos resultados obtidos neste trabalho, possivelmente a temperatura de armazenamento reduzida (8 °C) foi a responsável por manter a viabilidade e o vigor das sementes, levando-se em consideração que o teor de água inicial (10%) foi o mesmo para ambas as temperaturas de armazenamento. Essa afirmação é reforçada pela variável formação de plântulas, que também foi prejudicada pelo armazenamento a 25 °C, havendo diminuição linear com o aumento do período de armazenamento, seguindo o mesmo comportamento visualizado para germinação, IVG e TMG.

Os resultados verificados neste trabalho foram superiores aos encontrados para outras espécies do gênero *Campomanesia* para manutenção da viabilidade durante o armazenamento. Para *C. adamantium*, apenas as sementes armazenadas com 21,8% de umidade em condição de câmara fria (16 °C) e seca apresentaram mais de 50% de protrusão radicular até 30 dias de armazenamento, mesma condição que propiciou os melhores resultados para formação de plântulas normais, enquanto que sementes armazenadas sob condições de laboratório (25 °C) tiveram resultados inferiores (Dresch et al., 2014). Ainda para *C. adamantium* a secagem das sementes até 27% de umidade,

seguida de armazenamento em temperatura ambiente (25 °C) por apenas 18 dias prejudicou a germinação e diminuiu o IVG, evidenciando o comportamento sensível da espécie ao armazenamento (Dresch et al., 2012).

Contrariamente ao observado no presente trabalho, sementes de *C. adamantium* armazenadas em embalagem de vidro por 30 dias sob-refrigeração a 8 °C tiveram desempenho inferior em relação às armazenadas em temperatura de 25 °C para germinação. Essas diferenças também foram observadas para o IVG, onde sementes armazenadas a 25 °C tiveram resultados superiores inclusive em relação a sementes não armazenadas, possivelmente em função da ocorrência de *priming*, que embora não programado, pode ter ocorrido pelas condições de umidade da semente (28%) e da temperatura que foram armazenadas (Melchior et al., 2006).

As diferenças observadas entre *C. adamantium* e *C. aurea* submetidas à mesma condição de armazenamento para germinação e IVG, possivelmente está relacionada à diminuição considerável no teor de água das sementes de *C. aurea*, permitindo o aumentando do período de armazenamento e manutenção do potencial fisiológico das sementes.

Sementes de *Campomanesia phaea* armazenadas por até 60 dias não apresentaram diferenças na germinação em relação às recém-colhidas, independente do nível de secagem (até 3,8%) e do armazenamento em câmara fria (8 °C) ou ambiente natural. Entretanto, a partir de 60 dias, sementes armazenadas sob condições de câmara fria apresentaram resultados superiores às armazenadas em condições não controladas em laboratório, que perderam completamente a capacidade de germinar aos 240 dias, enquanto que as mantidas sob refrigeração (8 °C) apresentavam germinação acima de 60% nesse mesmo período (Maluf & Pisciotano-Ereio, 2005).

Resultados similares aos obtidos no presente trabalho foram observados para outras mirtáceas como *Eugenia brasiliensis*, em que a redução da umidade inicial e o

armazenamento sob baixa temperatura (7 °C), manteve 60% viabilidade das sementes por 180 dias (Kohama et al., 2006). O mesmo foi observado para sementes de *Myrcia glabra* e *M. palustris* armazenadas em câmara fria (5 °C), que embora apresentassem diminuição da viabilidade com o tempo de armazenamento, ainda mantiveram 44% e 58% das sementes viáveis depois de 150 e 180 dias de armazenamento, respectivamente (Leonhardt et al., 2010). A manutenção da viabilidade de sementes por períodos mais prolongados também foi observada para lotes de sementes de *Myrcianthes pungens*, que quando armazenadas em câmara fria (5 °C) mantiveram germinação superior a 80% por até 150 dias (Fior et al., 2010).

Comparativamente aos resultados verificados no presente trabalho, outras espécies da família Myrtaceae são mais sensíveis ao armazenamento, como verificado para *Eugenia uniflora*, a qual apresenta diminuição linear na germinação e formação de plântulas normais com o aumento do período de armazenamento, sendo que aos 60 dias apenas 6% das sementes formaram plântulas (Comin et al., 2014). Para *E. pyriformis* não foi verificada diferença significativa para germinação com o armazenamento de sementes por 30 dias em câmara fria (16 °C), refrigerador (5 °C) e sementes não armazenadas. Porém houve efeito significativo para o tempo médio de germinação que foi menor nas sementes armazenadas em câmara fria por 40 dias, comparado ao tempo de germinação das sementes armazenadas em refrigerador por 60 dias (Scalon et al., 2012).

Esses resultados mostram a diferença no comportamento entre espécies da mesma família e até mesmo dentro do mesmo gênero, evidenciando a necessidade de estudos para cada espécie. Considerando que o experimento foi encerrado aos 150 dias e as sementes armazenadas a 8 °C ainda apresentavam germinação de 80%, é possível que a viabilidade das sementes se mantivesse por períodos maiores. Possivelmente esse resultado seja efeito da baixa umidade (10%) constatada no momento do armazenamento, que diminui o metabolismo da semente e sua deterioração, prolongando sua viabilidade.

Os resultados encontrados para *C. aurea* são diferentes do observado para outras mirtáceas onde a umidade crítica fica acima de 30%, como observado, por exemplo, para *Eugenia uniflora* e *E. brasiliensis* (Comin et al., 2014; Kohama et al., 2006). Neste sentido, pode-se inferir que, ao contrário da maioria das mirtáceas estudadas, *C. aurea* não é uma espécie recalcitrante, pois mantém a viabilidade de suas sementes por 150 dias quando o teor de água é de 10%.

O período de armazenamento de 150 dias, embora curto quando comparado a muitas espécies com sementes classificadas como ortodoxas, é suficiente para estender o período de semeadura até épocas mais favoráveis, ou mesmo para o simples escalonamento da produção de mudas em viveiros, não exigindo que a semeadura seja realizada logo após extração das sementes dos frutos.

Devido ao potencial ornamental da espécie e a necessidade de conservação de recursos genéticos nativos, outros estudos são necessários para verificar a viabilidade das sementes por períodos mais longos, assim como para determinar sua tolerância à dessecação e a temperatura mais adequada para o armazenamento, já que é possível reduzir a umidade inicial das sementes de *C. aurea* de 50 para 10% sem prejuízos à germinação e desenvolvimento de plântulas.

Conclusão

Sementes de *Campomanesia aurea* mantêm viabilidade de 80% por 150 dias quando armazenadas em temperatura de 8 °C com teor de água de 10%.

Para o mesmo período de armazenamento, mas na temperatura de 25 °C, 33% das sementes de *C. aurea* permanecem viáveis.

Referências

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- Comin, A. et al. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia uniflora* L. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.1, p.84-90, 2014. DOI:10.5039/agraria.v9i1a2786
- Dresch, D.M. et al. Germinação de sementes de *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg em diferentes temperaturas e umidades do substrato. **Scientia Forestalis**, v.40, n.94, p.223-229, 2012.
- Dresch, D.M. et al. Storage of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg seeds: Influence of water content and environmental temperature. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, n.17, p.2555-2565, 2014. DOI: 10.4236/ajps.2014.517269
- Fior, C.S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand – Myrtaceae) em armazenamento. **Revista Árvore**, v.34 n.3, 2010. DOI: 10.1590/S0100-67622010000300007
- Kohama, S. et al. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* LAM. (Grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.72-78, 2006. DOI: 10.1590/S0101-31222006000100010
- Leonhardt, C. et al. Germinação de sementes de *Myrcia glabra* (O. Berg) D. Legrand e *Myrcia palustris* DC. – Myrtaceae armazenadas em câmara fria. **Iheringia**, v.65, n.1, p.25-33, 2010.
- Lorezi, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.1. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352 p.
- Lorenzi, H.; Bacher, L.; Lacerda, M.; Sartori, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640p.
- Maguire, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- Mayrinck, R.C.; Vaz, T.A.A.; Davide, A.C. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto à tolerância à dessecação e ao comportamento no armazenamento. **Cerne**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 85-92, 2016.

Maluf, A.M. & Pisciotano-Ereio, W.A. Secagem e armazenamento de sementes de Cambuci. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7, p.707-714, 2005.

Marcos Filho, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

Melchior, S.J. et al. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. – Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p.141-150, 2006. DOI: 10.1590/S0101-31222006000300021

Reitz, P.R. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1977.

Santana, D.G. & Ranal, M.A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248 p.

Scalon, S.P.Q. et al. Sensibilidade à dessecação e ao armazenamento em sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. (UVAIA). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.1, p.269-276, 2012. DOI: 10.1590/S0100-29452012000100036

Setubal, R. B.; Boldrini, I. I.; Ferreira, P. M. A. **Campos dos morros de Porto Alegre**. Porto Alegre: Igré - Associação Sócio-Ambientalista, 2011.

Silva, J.B.C. & Nakagawa, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação. **Informativo ABRATES**, v.5, n.1, p.62-73, 1995.

Silva, A. & Ferraz, I.D.K. Armazenamento de sementes. In: Pinã-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B.; Silva, A. **Sementes Florestais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p 276-307.

Stumpf, E.R.T. **Cores e formas no Bioma Pampa: plantas ornamentais nativas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 272 p.

7 CAPÍTULO 4

Influência de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de

Campomanesia aurea

(Artigo publicado na Revista Ornamental Horticulture)

1 **Influência de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de**
2 ***Campomanesia aurea***

3
4 RESUMO

5 *Campomanesia aurea* (O. Berg) é uma espécie nativa do sul do Brasil, apresentando amplo
6 potencial ornamental. O objetivo do trabalho foi verificar o enraizamento de estacas
7 semilenhosas de *Campomanesia aurea* com a utilização de doses de ácido indolbutírico
8 (AIB). As estacas foram coletadas no município de Barão do Triunfo, RS, em dezembro de
9 2014. A base das estacas foi imersa nas concentrações de zero (controle), 2.000, 4.000,
10 6.000 e 8.000 mg L⁻¹ de AIB, posteriormente estabelecidas em substrato casca de arroz
11 carbonizada e colocadas em ambiente protegido com sistema de nebulização intermitente.
12 Aos 111 dias após a instalação foram avaliadas estacas mortas, enraizadas, retenção de
13 folhas, calogênese, volume de raiz, massa seca de raiz e parte aérea. O delineamento
14 experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 20 estacas.
15 Os dados foram submetidos à análise da variância e analisados por regressão polinomial.
16 Foi observado enraizamento médio de 28% e formação de calo em 48% das estacas. O
17 volume médio de raiz por estaca enraizada foi de 0,15 mL, a massa seca radicular de 0,01 g
18 e a massa seca de parte aérea de 0,28 g. Houve correlação negativa entre a retenção de
19 folhas e mortalidade de estacas. Conclui-se que a propagação de *C. aurea* por estaquia é
20 viável, e que não houve resposta positiva à aplicação de AIB nas condições em que foi
21 desenvolvido o experimento.

22

23 Palavras-chave: espécie ornamental nativa, propagação vegetativa, auxina.

24

25

26

ABSTRACT

Influence of indolebutyric acid in the rooting of *Campomanesia aurea* semihardwood cuttings

Campomanesia aurea (O. Berg) is a species native to southern Brazil, presenting a great ornamental potential. The objective was to verify the rooting of semihardwood cuttings of *Campomanesia aurea* using indolebutyric acid (IBA) doses. The cuttings were collected in the municipality of Barão do Triunfo, Rio Grande do Sul state, in December 2014. The cutting base was immersed in concentrations of zero (control), 2,000, 4,000, 6,000 and 8,000 mg L⁻¹ of IBA, subsequently established in a carbonized rice hull substrate and placed in a protected environment with an intermittent misting system. At 111 days after installation, dead and rooted cuttings, leaf retention, callus formation, root volume, root and shoot dry mass were evaluated. The experimental design was completely randomized with four replications with 20 cuttings. Data were submitted to analysis of variance and analyzed by polynomial regression. An average rooting was observed in 28% of cuttings and callus formation was observed in 48% of cuttings. Root average volume per cutting was 0.15 mL, root dry mass was 0.01 g, and shoot dry mass was 0.28 g. There was a negative correlation between leaf retention and mortality of cuttings. It is concluded that the spread of *C. aurea* by cutting is viable, and that there was no positive response to the application of IBA with the conditions under which the experiment was developed.

Keywords: native ornamental specie, vegetative propagation, auxin.

1. INTRODUÇÃO

53

54

55 *Campomanesia aurea* O. Berg é uma espécie frutífera nativa do sul do Brasil,
56 pertencente à família Myrtaceae que apresenta amplo potencial ornamental para fins
57 paisagísticos em jardins devido às suas características morfológicas (STUMPF, 2009).

58 É denominada na linguagem popular como guabirobinha-do-campo ou araçá-rasteiro
59 (LORENZI, 2006) e tem ocorrência no estado do Rio Grande do Sul na Campanha, Campos
60 de Cima da Serra, Depressão Central e Serra do Sudeste (SOBRAL, 2003).

61 A espécie é perene com caule lenhoso e bastante ramificado, podendo alcançar até
62 um metro de altura. As folhas são permanentes e a floração é intensa e de aroma agradável,
63 ocorrendo de outubro a janeiro em flores solitárias localizadas nas axilas das folhas e base
64 dos ramos. A frutificação ocorre de dezembro até fevereiro, os frutos são bagas globosas
65 comestíveis, com coloração variando do verde ao amarelo conforme o amadurecimento
66 (LORENZI, 2006; STUMPF, 2009).

67 A utilização desta espécie como planta ornamental pode beneficiar o setor da
68 floricultura, pois a descoberta de novos materiais associados à sua fácil propagação podem
69 ser um diferencial para os produtores locais, acarretando em aumento de renda para as
70 famílias e na exploração sustentável dos recursos disponíveis. Desta forma, o emprego de
71 espécies nativas neste setor é uma forma de valorizar as potencialidades locais e contribuir
72 com a manutenção da biodiversidade pela propagação e disseminação da espécie.

73 A propagação da *C. aurea* ocorre naturalmente por sementes (LORENZI, 2006),
74 contudo, a propagação vegetativa é utilizada com frequência para a produção de plantas
75 ornamentais, por ser uma técnica simples, barata, de fácil execução, por diminuir o tempo
76 de cultivo de algumas espécies e garantir a uniformidade das características varietais
77 (FACHINELLO et al., 2005).

78 A propagação vegetativa inclui também alguns inconvenientes, como a transmissão
79 de doenças, a necessidade de manutenção de plantas matrizes, o maior volume de material
80 para transportar e armazenar, além da dificuldade do pequeno produtor de conseguir
81 estacas uniformes (PETRY, 2008). Além disto, a possibilidade de uso da propagação
82 vegetativa depende, principalmente, da capacidade de formação de raízes adventícias de
83 cada espécie e/ou cultivar, da qualidade do sistema radicular formado e do
84 desenvolvimento posterior na área de produção (FACHINELLO et al., 2005).

85 A utilização de reguladores de crescimento pode auxiliar a formação de raízes
86 adventícias e viabilizar a propagação vegetativa de algumas espécies. As auxinas são os
87 reguladores de crescimento utilizados para esta finalidade. Dentre as auxinas sintéticas, a
88 mais amplamente utilizada é o ácido indol-3-butírico (AIB), que promove o enraizamento
89 numa grande variedade de espécies, pois apresenta estabilidade química, menor mobilidade
90 e ausência de efeito tóxico numa ampla faixa de concentração (FACHINELLO et al., 2005,
91 HARTMANN et al., 2011; XAVIER et al., 2013). Dessa forma, o objetivo do trabalho foi
92 verificar o enraizamento de estacas semilenhosas de *C. aurea* com a utilização de doses de
93 ácido indolbutírico (AIB).

94

95 2. MATERIAL E MÉTODOS

96

97 O experimento foi conduzido em ambiente protegido, localizado na Faculdade de
98 Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre,
99 RS. Trata-se de uma construção em alvenaria com janelas amplas de vidro e cobertura com
100 fibra de vidro transparente. A irrigação é automatizada e feita por sistema intermitente por
101 nebulização, mantendo a umidade relativa do ar no ambiente superior a 80%.

102 No mês de dezembro de 2014, foi feita coleta de material propagativo de *C. aurea*
103 em uma população *in situ*, localizada no Município de Barrão do Triunfo, RS, sob as

104 coordenadas: latitude 30° 18' 136" S, longitude 51° 50' 282" W. O município apresenta
105 clima do tipo Cfa – Clima temperado úmido com verão quente, conforme a classificação
106 de Köppen e o relevo do local de coleta varia de ondulado a forte-ondulado.

107 No momento da coleta foram recolhidos ramos da espécie, que posteriormente
108 foram acondicionados em sacos plásticos e envoltos em jornal úmido, para evitar a
109 desidratação das estacas durante o transporte.

110 Na preparação das estacas foram utilizados somente os ápices dos ramos,
111 padronizados em sete centímetros de comprimento a partir da inserção das folhas,
112 mantendo-se quatro folhas apicais. As estacas foram mantidas em recipientes com água até
113 o momento do corte final da base e imersão nas diferentes concentrações de AIB, visando
114 diminuir o efeito de uma possível oxidação.

115 Na extremidade basal de cada estaca foi realizado um corte em bisel e em seguida
116 imersas em solução hidroalcoólica de AIB por cinco segundos, nas concentrações de zero
117 (testemunha), 2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 mg L⁻¹. As estacas foram imediatamente
118 transferidas para bandejas multicelulares de poliestireno expandido com volume de célula
119 de 15 cm³, preenchidas com substrato casca de arroz carbonizada. As estacas foram
120 inseridas a cerca de um centímetros de profundidade e mantidas em sistema de irrigação
121 por nebulização, com regime intermitente controlado por temporizador de 15 segundos a
122 cada intervalo de 5 minutos durante todo o experimento.

123 Aos 111 dias após a instalação do experimento, foi realizada a avaliação da
124 mortalidade de estacas, retenção foliar, número de estacas enraizadas (EE), formação de
125 calos (CAL), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR) e parte aérea (MSA) por
126 estaca.

127 A retenção foliar foi avaliada contando-se o número de folhas que permaneceram
128 nas estacas transcorrido o período de condução do experimento, sendo então calculada sua
129 porcentagem em relação à quantidade inicial de folhas.

130 O volume de raiz e a massa seca de raiz foi calculado por estaca enraizada e a
131 massa seca da parte aérea por estaca sobrevivente. A massa seca foi obtida colocando-se o
132 material em estufa a 65°C até peso constante.

133 O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco
134 concentrações de AIB e quatro repetições de 20 estacas, totalizando 400 estacas. Os dados
135 de enraizamento e volume de raiz não atenderam aos pressupostos de igualdade de
136 variâncias e normalidade, respectivamente, mesmo após transformações, sendo então
137 analisados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. As demais avaliações foram
138 submetidas à análise de variância paramétrica (ANOVA) e regressão polinomial pelo
139 *software* Sigmaplot 11.0.

140

141 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

142

143 Foram verificadas diferenças estatísticas somente para a retenção de folhas e morte
144 de estacas. O enraizamento médio foi de 28%, a formação de calo em 48% das estacas, o
145 volume médio de raiz por estaca enraizada foi de 0,15 cm³ a massa seca radicular de 0,01 g
146 e a massa seca da parte aérea de 0,28 g (Tabela 1).

147 A estaquia em mirtáceas nativas apresenta comportamento diferenciado de
148 enraizamento, conforme a espécie avaliada e as características do material utilizado na
149 preparação das estacas. Em dois experimentos avaliando a viabilidade de propagação de
150 *Campomanesia xanthocarpa* Berg. por estaquia semilenhosa e herbácea com diferentes
151 doses de etanol e AIB, não foi verificado formação de raízes em nenhum dos casos
152 (SCUTTI e ZANETTE, 2000), diferente do observado no presente trabalho.

153 Para *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg foram testadas diferentes épocas de
154 coleta, tipos de estacas, concentração e fitoreguladores visando à propagação via estaquia
155 da espécie. Os autores verificaram respostas variadas da indução hormonal conforme a

156 época de coleta das estacas, sendo que o melhor resultado de enraizamento (57%) foi
157 obtido sem a utilização de auxina exógena com estacas lenhosas coletadas no mês de maio.
158 Tal resultado foi atribuído à maior disponibilidade de nutrientes em estacas mais
159 lignificadas, fatores endógenos e climáticos (MARTINS et al., 2015).

160 Em goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) não houve formação de
161 raízes, independente da época do ano e do tipo de estaca utilizado (FRANZON et al.,
162 2004). Já para estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), foi verificado que a
163 dosagem de 2.000 mg L⁻¹ AIB foi a mais efetiva para o enraizamento (28,5%)
164 (YAMAMOTO et al., 2010). Resultados inferiores foram observados para jabuticabeira
165 (*Plinia cauliflora* (DC.) Kausel), utilizando estacas apicais herbáceas, em que houve no
166 máximo de 10% de enraizamento nas doses de 2.000 e 4.000 mg L⁻¹ de AIB (SASSO et al.,
167 2010).

168 Diferente das mirtáceas citadas anteriormente, para *C. aurea* não foi verificado
169 efeito significativo da aplicação de AIB na formação e desenvolvimento das raízes, como
170 verificados por meio da matéria seca e volume de raiz. Entretanto, outras espécies
171 pertencentes à mesma família, apresentam resultados superiores de enraizamento. Para
172 malaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel), foi observado enraizamento de até 62,5% em
173 estacas apicais de ramos semilenhosos, não havendo diferenças estatísticas, independente
174 da dose de AIB testada, para enraizamento e morte de estacas (SILVA et al., 2012). Em
175 camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) foi verificado 58% de enraizamento em
176 estacas lenhosas, favorecido pela aplicação de 200 mg L⁻¹ de AIB (DELGADO e
177 YUYAMA, 2010). Em pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) houve enraizamento superior a
178 44% para estacas obtidas de plantas jovens, independente das doses de AIB aplicadas e
179 com baixa formação de calos (LATTUADA et al., 2011).

180 Os resultados relatados para várias espécies da família Myrtaceae, demonstram o já
181 discutido na bibliografia, de que o potencial de enraizamento varia conforme a espécie,

182 cultivar, condições ambientais e condições endógenas da planta utilizada para obtenção de
183 propágulos (HARTMANN et al., 2011).

184 A formação de calos na base das estacas é o indicativo do início do processo de
185 cicatrização e regeneração, e se caracteriza como uma massa irregular de células
186 parenquimatosas em diversos estádios de lignificação. A formação do calo e das raízes são
187 processos independentes, sendo a sua ocorrência simultânea devido à exigência por
188 condições endofíticas e ambientais semelhantes (HARTMANN et al., 2011;
189 FACHINELLO et al., 2005). Desta forma, em algumas espécies, a formação de calo é
190 precursora da formação de raízes adventícias, enquanto que em outras pode ser uma
191 barreira física para seu desenvolvimento (FACHINELLO et al., 2005).

192 No presente trabalho, foi observado tanto o crescimento de raízes com e sem a
193 formação de calo e o desenvolvimento de grande quantidade de calos sem indícios visuais
194 de formação de raiz. Como já relatado na literatura, são conhecidos dois padrões de
195 enraizamento, o primeiro com a formação direta de raízes a partir da diferenciação de
196 células próximas ao sistema vascular, e o segundo quando a formação de raízes adventícias
197 ocorre após a formação de calos, ou seja, de forma indireta. Pode ainda haver a formação
198 de raízes adventícias a partir de diferentes tecidos na mesma estaca (HARTMANN et al.,
199 2011; XAVIER et al., 2013).

200 A qualidade do sistema radicular tem relação direta com a sobrevivência das mudas
201 quando implantadas a campo, pela maior capacidade de absorver e água e nutrientes
202 (SANTORO et al., 2010). Para *C. aurea*, as características do sistema radicular (massa da
203 matéria seca e volume de raiz) não foram alteradas pelas diferentes concentrações de AIB
204 utilizadas. O mesmo foi observado para a espécie malaleuca (*Melaleuca alternifolia*)
205 (SILVA et al., 2012).

206 Em goiabeira (*P. guajava*) a maior dose de AIB testada (2.000 mg L⁻¹) foi a que
207 proporcionou maior número de raízes por estaca e massa seca de raiz (YAMAMOTO et

208 al., 2010). Resultados semelhantes foram encontrados por ZIETEMANN e ROBERTO
209 (2007) para mesma espécie, em que doses de 1.500 e 2.000 mg L⁻¹ de AIB proporcionaram
210 maior enraizamento, número de raízes, comprimento e massa seca de raiz. O mesmo não
211 foi verificado no presente estudo com *C. aurea*, no qual o aumento da concentração de
212 AIB não promoveu melhorias no sistema radicular das estacas.

213 A retenção foliar teve um comportamento quadrático observando-se valores
214 maiores para estacas de *C. aurea* que não foram tratadas com AIB, as quais mantiveram
215 87,5% de suas folhas, enquanto que as concentrações de 4.000 e 6.000 mg L⁻¹ de AIB
216 foram as que menos conservaram folhas, 67,8 e 67,5%, respectivamente (Figura 1).

217 O ponto de inflexão ocorreu nas doses superiores a 5.200 mg L de AIB, entretanto
218 esta maior retenção de folhas não refletiu em um maior enraizamento ou melhorias na
219 qualidade do sistema radicular formado nas estacas enraizadas. A auxina apresenta
220 capacidade de retardar a abscisão foliar (TAIZ e ZEIGER, 2004), sendo assim, pode ter
221 ocorrido que a aplicação de altas concentrações de AIB (8000 mg L⁻¹) nas estacas de *C.*
222 *aurea* tenha aumentado os níveis endógenos de auxina favorecendo a retenção de folhas.

223 A importância das folhas na sobrevivência e enraizamento de estacas se dá pela
224 manutenção do processo fotossintético e produção de auxinas e cofatores em gemas apicais
225 e folhas novas que são transportados para base da estaca, favorecendo o enraizamento
226 (FACHINELLO et al., 2005; HARTMANN et al., 2011).

227 Foi observado que somente as estacas que mantiveram pelo menos uma das folhas
228 sobreviveram e formaram calo ou enraizaram. O mesmo foi observado em jabuticaba
229 (SASSO et al., 2010), goiabeira (SANTORO et al., 2010) e goiabeira serrana (FRANZON
230 et al., 2004).

231 Na avaliação de cinco clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* foi
232 observado que, a manutenção das folhas inferiores na miniestaca favoreceu o enraizamento
233 em relação às folhas superiores, possivelmente, em função da maior taxa fotossintética,

234 enquanto que, as miniestacas sem folhas ou somente com as folhas superiores,
235 apresentaram as menores taxas de enraizamento (SOUZA et al., 2013).

236 Em pitangueira (*Eugenia uniflora*), observou-se redução linear na retenção foliar
237 com o incremento nas doses de AIB para estacas coletadas de plantas jovens
238 (LATTUADA et al., 2011), resultado diferente ao observado para *C. aurea*, no qual
239 mesmo com a aplicação de altas concentrações de AIB as estacas apresentaram elevada
240 retenção de folhas.

241 Para goiabeira (*Psidium guajava*) não foi verificada influência da concentração de
242 AIB para retenção de folhas (ZIETEMANN e ROBERTO, 2007; YAMAMOTO et al.,
243 2010). Porém, quando considerada somente a influência da presença de folhas, foi
244 constatado que a conservação das folhas é essencial à sobrevivência das estacas, mas que a
245 manutenção de um par de folhas inteiras ou cortadas ao meio não diferiram entre si na
246 porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes, comprimento e sobrevivência das
247 estacas, diferindo apenas na massa fresca e seca de raízes, que foi superior em estacas com
248 folhas inteiras (SANTORO et al., 2010). Resultados semelhantes foram observados neste
249 trabalho, onde a presença de folhas apresentou efeito sobre a sobrevivência das estacas,
250 apresentando correlação negativa (-0,71) entre a retenção de folhas e a mortalidade de
251 estacas.

252 A mortalidade das estacas de *C. aurea* foi crescente com o aumento da
253 concentração de AIB utilizada, chegando a 21,25% no tratamento de 8.000 mg L⁻¹ de AIB
254 (Figura 2). Possivelmente tenha ocorrido efeito fitotóxico pela elevada concentração de
255 AIB aplicada na base das estacas no momento de implantação do experimento. A aplicação
256 de auxina exógena provoca efeito estimulador na formação de raízes até um valor máximo,
257 a partir do qual apresenta efeito inibitório (FACHINELLO et al., 2005).

258 Em goiabeira serrana (*A. sellowiana*) e goiabeira (*P. guajava*) as diferentes
259 concentrações de AIB não influenciaram na sobrevivência de estacas (FRANZON et al.,

260 2004; ZIETEMANN e ROBERTO, 2007). A sobrevivência de estacas e a capacidade de
261 enraizamento estão relacionadas a fatores intrínsecos da espécie, como balanço hormonal,
262 época de coleta, tipo de estaca e potencial genético da espécie (FRANZON et al., 2004;
263 FACHINELLO, 2005).

264 Os resultados de enraizamento de 28% obtidos neste experimento, embora seja
265 baixo para um cultivo comercial, podem ser considerados satisfatórios para estacas trazidas
266 diretamente do campo sem nenhum tratamento fitossanitário ou nutricional nas plantas
267 matrizes. Outros trabalhos em diferentes épocas de coleta e ajustes na metodologia de
268 condução podem melhorar os resultados conseguidos até o momento. A condução de
269 matrizes em ambiente controlado, submetidas a adubações equilibradas, podas frequentes e
270 o rejuvenescimento de estacas, assim como, a implantação de minijardins para coleta de
271 estacas também pode melhorar os resultados obtidos neste trabalho.

272 A condução de plantas matrizes em ambiente protegido e a utilização de estacas
273 herbáceas é um procedimento consolidado, por exemplo, para o eucalipto (*Eucalyptus*
274 spp), onde dependendo do clone os ganhos de enraizamento utilizando miniestacas
275 aumentam em 40% em relação à estaquia convencional (ALFENAS et al., 2004).

276

277 4. CONCLUSÃO

278

279 A propagação de *Campomanesia aurea* através da estaquia é viável, pois estacas
280 coletadas a campo apresentaram, em média, 28% de enraizamento.

281 Nas condições em que foi desenvolvido este experimento não houve resposta
282 positiva para o enraizamento das estacas com aplicação de ácido indolbutírico.

283

284

285

286

287

REFERÊNCIAS

288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.

DELGADO, J. P. M.; YUYAMA, K. Comprimento de estaca de camu-camu com ácido indolbutírico para a formação de mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 522-526, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000066>

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.

FRANZON, R. C.; ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg). **Revista Brasileira Agrociência**, v. 10, n. 4, p. 515-518, 2004. <HTTP://DX.DOI.ORG/10.18539/CAST.V10I4.1036>

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8.ed. Upper Saddle River: Prentices Hall, 2011. 915p.

LATTUADA, D. S.; SPIER, M.; SOUZA, P. V. D. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pitangueiras. **Ciência Rural**, v.41, n.12, p.2073-2079, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011001200006>

LORENZI, H., BACHER, L., LACERDA, M., SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640p.

MARTINS, W. A.; MANTELLI, M.; SANTOS, S. C.; NETTO, A. P. C.; PINTO, F. Estaquia e concentração de reguladores vegetais no enraizamento de *Campomanesia adamantium*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n.1, p. 58-64, 2015.

PETRY, C. **Plantas ornamentais: Aspectos para a produção**. 2 ed. Passo Fundo; Ed. Universidade Federal de Passo Fundo, 2008. 202 p.

SANTORO, P. H.; MIKAMI, A. Y. SOUZA, S. G. H.; ROBERTO, S. R. Influência de folhas e lesões na base de estacas herbáceas no enraizamento de goiabeira da seleção 8501-9. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 289-294, 2010. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n2p289>

- 339 SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jaboticabeira por
340 estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 577-583, 2010.
341 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000054>
342
343
344 SCUTTI, M. B.; ZANETTE, F. Propagação vegetativa da guabirobeira (*Campomanesia*
345 *xanthocarpa* BERG.) *in vitro* e por estaquia. **Scientia Agraria**, v.1, n. 1-2, p. 75-82, 2000.
346
347
348 SILVA, R. C. DA; ANTUNES, M. C.; ROVEDA, L. F.; CARVALHO, T. C. DE; BIASI,
349 L. A. Enraizamento de estacas de *Melaleuca alternifolia* submetidas a diferentes
350 reguladores vegetais. **Semina: Ciências Agrária**, v. 33, n. 5, p. 1643-1652, 2012.
351 <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n5p1643>
352
353
354 SOBRAL, M. A **família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Unisinos,
355 2003. 215p.
356
357
358 SOUZA, C. C.; XAVIER, A.; LEITE, F. P.; SANTANA, R. C. LEITE, H. G. Padrões de
359 miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* HILL X
360 *E. urophylla* S. T. Black. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p.67-77, 2013.
361 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000100008>.
362
363
364 STUMPF, E. R. T. **Cores e formas no Bioma Pampa**: plantas ornamentais nativas.
365 Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 272 p.
366
367
368 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
369
370
371 XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal**: princípios e técnicas. 2
372 ed. Viçosa: UFV, 2013. 279 p.
373
374
375 YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. DE S.; SORACE, M.; RACHIDI, B. F.; RUAS, J. M.
376 F.; SATO, O.; ASSIS, A. M.; O. S.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium*
377 *guajava* L. 'século XXI' tratadas com Ácido Indolbutírico veiculado em talco e álcool.
378 **Ciência Rural**, v.40, n.5, p.1037-1042, 2010.
379 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000500006>
380
381 ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no
382 enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI. **Revista**
383 **Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 31-36, 2007.
384 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000100009>

Tabela 1– Estacas enraizadas (EE), formação de calo (CAL), volume de raízes (VR), massa da matéria seca de raiz (MSR) e massa da matéria seca da parte aérea (MSA) em estacas semilenhosas de *Campomanesia aurea* O. Berg em diferentes concentrações de Ácido Indolbutírico (AIB). UFRGS, Porto Alegre, 2015.

Table 1. Rooted cutting (EE), callus formation (CAL), root volume (VR), root dry matter (MSR) and shoot dry matter (MSA) of semihardwood cutting of *Campomanesia aurea* in of different doses indolbutiric acid (IBA). UFRGS, Porto Alegre, 2015.

Doses AIB	EE	CAL	VR	MSR	MSA
mg L ⁻¹	%	%	mL	g	g
0	30.00	52.50	0.13	0.01	0.30
2000	36.25	45.00	0.18	0.01	0.28
4000	21.25	50.00	0.16	0.01	0.22
6000	23.75	51.25	0.16	0.01	0.28
8000	28.75	41.25	0.12	0.01	0.31
Valor p	0.256	0.758	0.817	0.18	0.25
Média	28.00	48.00	0.15	0.01	0.28
CV (%)	-	27.18	-	33.02	17.56

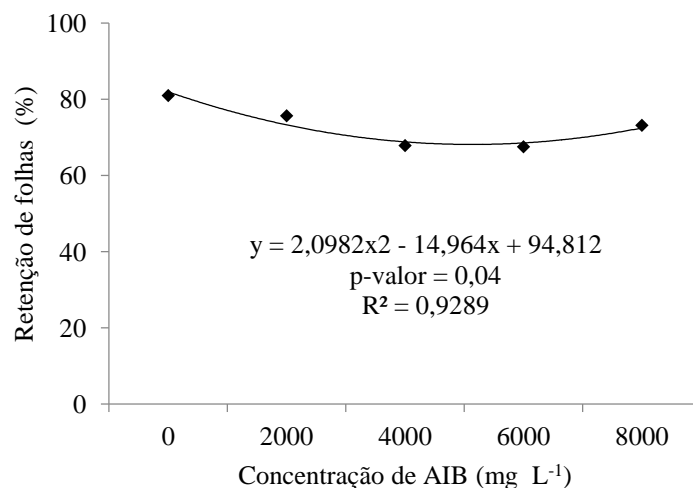


Figura 1. Retenção de folhas de estacas semilenhosas de *Campomanesia aurea* O. Berg em diferentes concentrações de Ácido Indolbutírico (AIB). UFRGS, Porto Alegre, 2015.

Figure 1. Leaf retention of semihardwood cuttings *Campomanesia aurea* in different doses indolbutiric acid (IBA). UFRGS, Porto Alegre, 2015.

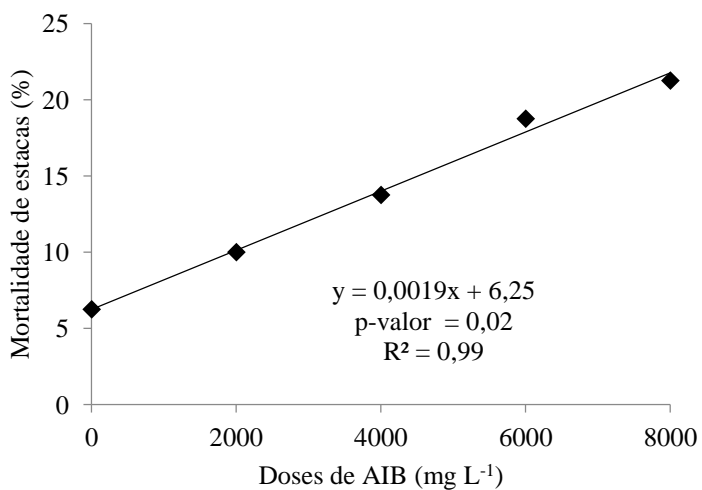


Figura 2. Mortalidade de estacas semilenhosa de *Campomanesia aurea* O. Berg em diferentes concentrações de Ácido Indolbutírico (AIB). UFRGS, Porto Alegre, 2015.

Figure 2. Mortality of semihardwood cuttings *Campomanesia aurea* in different doses indolbutiric acid, (IBA). UFRGS, Porto Alegre, 2015.

8 CAPÍTULO 5

Estaquia de *Campomanesia aurea* (Myrtaceae): época de coleta de propágulos e efeito de auxina

(Manuscrito aceito para publicação na Revista Brasileira de Ciências Agrárias)

Estaquia de *Campomanesia aurea* O. Berg (Myrtaceae): época de coleta de propágulos e efeito de auxina

Resumo

Campomanesia aurea é nativa do Bioma Pampa e apresenta potencial ornamental. A propagação vegetativa pode ser uma alternativa para produção de mudas da espécie em escala comercial. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade de propagação vegetativa de *C. aurea* com estacas coletadas em diferentes épocas utilizando Ácido Indolbutírico (AIB). As estacas foram coletadas *in situ*, no Município de Barão do Triunfo, RS, no outono, inverno e primavera. Foram testadas as concentrações de AIB de zero, 2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 mg L⁻¹. Avaliou-se o enraizamento, calogênese, retenção foliar, massa seca de raiz e mortalidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x5. Houve interação entre as doses de AIB e a época de coleta das estacas para enraizamento. Houve comportamento quadrático para o outono, com máximo de 28% de enraizamento, havendo inflexão da curva em doses superiores a 6.500 mg L⁻¹ de AIB. No outono houve maior calogênese, retenção de folhas e menor mortalidade, entretanto, na primavera verificou-se maior enraizamento e melhor qualidade do sistema radicular. Conclui-se que a propagação vegetativa por estaquia de *C. aurea* é viável, sendo que o efeito de AIB é dependente da época de coleta dos propágulos.

Palavras-chave: bioma pampa, ornamental, produção comercial

Cutting from *Campomanesia aurea* O. Berg (Myrtaceae): the collection time of propagules and the effects of auxin

Abstract

Campomanesia aurea is native to the Pampa Biome and presents ornamental potential. The vegetative propagation may be an alternative for seedling production on a commercial

scale. The goal of this study was to verify the viability for vegetative propagation of cuttings from *C. aurea* collected at different seasons under the use of indole-butyric acid (IBA). Cuttings were collected in an *in situ* in the Municipality of Barão do Triunfo, RS, Brazil, in autumn, winter and spring times. IBA at concentrations of zero, 2,000, 4,000, 6,000 and 8,000 mg L⁻¹ have been tested. Rooting, calogenesis, leaf retention, root dry matter and mortality have been evaluated. We have used a completely randomized design with a 3X5 factorial arrangement. There was interaction between IBA concentrations and cuttings collection season regarding rooting. A quadratic behavior with a maximum of 28% rooting as well as curve inflection at IBA concentrations above 6,500 mg L⁻¹ have been observed during autumn. Higher calogenesis, leaf retention and lower mortality have been observed during autumn. Yet higher rooting and a better quality of the root system have been observed during spring. We have therefore classified the viability for the vegetative propagation by cutting of *C. aurea* as viable and IBA effects as dependent on the propagules collection season.

Keywords: pampa biome, ornamental, commercial production

INTRODUÇÃO

O Bioma Pampa é reconhecido pela grande diversidade de espécies que abriga. Estimativas apontam que existem mais de 2.150 espécies de plantas superiores (Boldrini, 2015), sendo que destas, pelo menos 250 espécies distribuídas em 54 famílias já foram identificadas com potencial ornamental para uso em arte floral e paisagismo (Stumpf, 2012). O reconhecimento desse potencial, com base na produção em escala comercial, configura possibilidades inovadoras para viveiros e paisagistas, estimulando a cadeia produtiva da floricultura e contribuindo para a divulgação, valorização e preservação da biodiversidade e diminuição do extrativismo (Stumpf et al., 2015).

A produção de mudas de espécies nativas do Pampa torna-se ainda mais relevante quando se considera a perda gradativa de área do bioma, pela expansão das monoculturas agrícolas, aumento da silvicultura com espécies exóticas e a existência de, pelo menos, 500 espécies de plantas endêmicas que podem ser extintas em virtude da supressão dos campos (Vélez-Martin et al., 2015).

Campomanesia aurea é uma espécie nativa do Bioma Pampa, conhecida popularmente como guabirobinha-do-campo ou araçá-rasteiro (Lorenzi et al., 2006). Possui potencial ornamental devido ao baixo porte, formato irregular, floração intensa e aromática, podendo ser usada em jardins para compor maciços e bordaduras, ou como planta de vaso em ambientes externos (Stumpf, 2009). Possui ainda frutos comestíveis (Reitz, 1977; Lorenzi, 2006).

Sua ocorrência se concentra no planalto meridional do Sul do Brasil em campos gramíneos ou arbustivos, principalmente no Rio Grande do Sul, chegando até o Paraná, onde ocorre em estepe e áreas abertas em domínio de floresta ombrófila mista (Reitz, 1977; Lima et al., 2011).

É uma espécie essencialmente heliófila, ocorrendo desde solos bem drenados, até margens de banhados. A parte aérea da planta se desenvolve sobre um xilopódio de onde partem quatro ou mais ramificações, que podem formar densas touceiras (Reitz, 1977).

C. aurea propaga-se naturalmente por sementes (Lorenzi, 2006), contudo a propagação vegetativa pode ser uma alternativa para produção de mudas da espécie em escala comercial. A propagação por estacas é a forma predominante de propagação vegetativa, sendo comumente utilizada para várias espécies ornamentais, encurtando o período para formação de mudas e garantindo homogeneidade genética (Ingels, 2010).

A propagação por estacas é possível devido à capacidade que as células vegetais têm de reverter sua condição diferenciada para meristemática e formar raízes adventícias (Hartmann et al., 2011). Porém, esse processo é dependente de uma série de fatores, dentre eles o genótipo, as condições fisiológicas e o balanço hormonal da planta matriz, que são grandemente influenciados pelas variações sazonais, havendo, portanto, para cada espécie e condição ambiental, a época mais apropriada de coletas de estacas (Fachinello et al., 2005; Xavier et al., 2013).

Desta forma, a aplicação exógena de reguladores de crescimento pode ser necessária para viabilizar a propagação vegetativa de algumas espécies, podendo apresentar ainda efeitos sobre a uniformidade, velocidade e qualidade do sistema radicular formado (Hartmann et al., 2011; Xavier et al., 2013).

As auxinas são os reguladores de crescimento mais utilizados para promover o enraizamento adventício. Dentre as auxinas, a mais utilizada para este fim é o ácido indol-3-butírico (AIB), pois apresenta maior estabilidade química, menor mobilidade e ausência de efeito tóxico numa ampla faixa de concentração, sendo efetivo para promover o enraizamento numa grande variedade de espécies (Hartmann et al., 2011; Xavier et al.,

2013). Contudo, a aplicação de auxina exógena provoca efeito estimulador para o enraizamento até determinada dosagem, dependendo da espécie e da concentração endógena presente no tecido, a partir do qual tem efeito inibitório (Fachinello et al., 2005).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade de propagação vegetativa de *C. aurea* coletadas em diferentes épocas utilizando AIB.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de material propagativo foram realizadas em uma população *in situ*, localizada no Município de Barrão do Triunfo, RS, sob as coordenadas: latitude 30° 18' S, longitude 51° 50' W. O município apresenta clima do tipo Cfa – Clima temperado úmido com verão quente, conforme a classificação de Köppen, solo do tipo Neossolo Litólico (Streck et al., 2002), o relevo do local de coleta varia de ondulado a forte-ondulado e a vegetação da região é uma associação de Floresta Estacional Semidecidual com áreas de estepe.

As coletas foram feitas durante o ano de 2015, em 15 de maio (outono), 31 de agosto (inverno) e 09 de novembro (primavera), cujos dados climáticos para o período estão apresentados na figura 1.

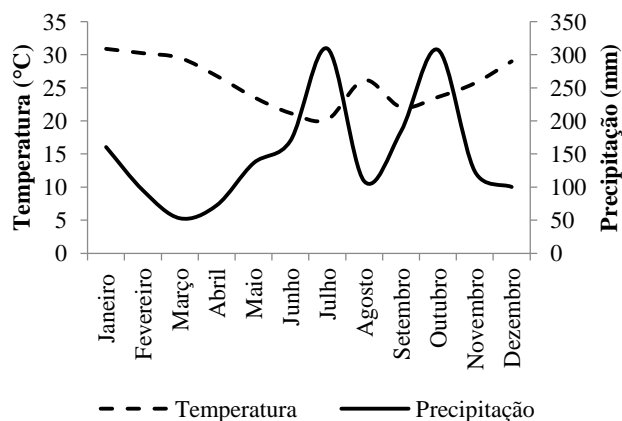


Figura 1. Dados climáticos da temperatura média (°C) e precipitação total (mm) no ano de 2015, obtidos da estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Porto Alegre.

Retirou-se ramos de pelo menos 50 espécimes, os quais, após coletados, foram envoltos em jornal úmido e colocados em sacos plásticos para minimizar a perda de água do material durante o transporte. As estacas coletada no outono e inverno tinham consistência mais lignificada que aquelas coletadas durante a primavera.

Para a confecção das estacas utilizou-se somente a parte apical dos ramos coletados, que foram padronizados para sete centímetros de comprimento a partir da inserção das folhas, sendo mantidas as quatro folhas apicais. Na extremidade basal de cada haste foi realizado um corte em bisel e, em seguida, as estacas foram imersas nas soluções hidroalcoólica de AIB nas concentrações de zero (testemunha), 2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 mg L⁻¹, por cinco segundos, sendo imediatamente transferidas para bandejas multicelulares de 50 células (volume 100 mL por célula), preenchidas com substrato casca de arroz carbonizada. As estacas foram inseridas a cerca de um centímetro de profundidade no substrato e as bandejas foram levadas para ambiente protegido com sistema de irrigação automatizada.

O ambiente protegido é uma construção em alvenaria com janelas amplas de vidro nas laterais e cobertura de telha de fibra de vidro transparente. A irrigação é intermitente por nebulização e feita por bicos do tipo fogger com quatro saídas e controlada por timer temporizador e válvula solenóide, mantendo a umidade relativa do ar no ambiente superior a 90%.

As estacas foram avaliadas quanto à enraizamento (%), formação de calo (%), retenção foliar (%), massa seca de raiz (mg) e mortalidade (%). Foram consideradas enraizadas as estacas que apresentavam raízes visíveis independente do tamanho das mesmas. A formação de calos também foi verificada visualmente, independente da formação de raízes, e contabilizada quando as estacas apresentavam na sua base a formação de estruturas de cicatrização formadas por células parenquimáticas de coloração branca.

A retenção foliar foi avaliada contando-se o número de folhas que permaneceram nas estacas, transcorrido o período de condução do experimento, calculando-se então sua porcentagem em relação à quantidade inicial de folhas.

A massa seca de raízes foi determinada colocando-se o material em estufa a 65°C até peso constante, e posteriormente pesado em balança analítica. O valor verificado foi dividido pelo número de estacas enraizadas de cada amostra sendo expressos mg.

O período de tempo para realização das avaliações em cada época de coleta foi determinado com base na verificação do enraizamento observado sob as bandejas, na manutenção de folhas e sobrevivência de estacas (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 X 5 (três épocas de coleta e com cinco concentrações de AIB), com quatro repetições de 20 estacas, totalizando 400 estacas para cada época de coleta.

Tabela 1. Épocas, datas de coleta, encerramento e dias transcorridos do início ao fim dos experimentos conduzidos com estacas de *Campomanesia aurea* O. Berg tratadas com diferentes doses de AIB

Época	Data de coleta	Data de encerramento	Dias de experimento
Outono	15/05/2015	06/10/2015	144 dias
Inverno	31/08/2015	07/01/2016	129 dias
Primavera	09/11/2015	02/03/2016	114 dias

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância e quando verificada significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey para as épocas e regressão para doses de AIB. Os dados de enraizamento, calo, retenção de folhas, e massa seca de raiz não atenderam ao pressuposto da normalidade e foram transformados para $\sqrt[2]{x}$, $\sqrt[2]{x+5}$, $\arccos(\sqrt[2]{x}/100)$ e $\sqrt[2]{x}$, respectivamente, sendo os resultados apresentados em seus valores originais. Os dados de mortalidade de estacas mesmo após as transformações não atenderam à normalidade de variâncias e foram analisados pela estatística não paramétrica através do teste de Kruskal-Wallis. Foram ainda realizadas correlação de Spearman dos resíduos das variáveis analisadas. Para análise estatística dos dados utilizou-se os programas Sigma Plot 11.0 e Costat 6.4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre as concentrações de AIB e a época de coleta das estacas para as variáveis enraizamento e formação de calo ($p \leq 0,25$). Contudo, para a calogenese não foi possível ajustar nenhuma equação de regressão, então os dados foram analisados somente considerando as épocas ($p < 0,01$). Para as demais avaliações somente o fator época diferenciou estatisticamente (Tabela 2).

Para o enraizamento, observou-se regressão significativa apenas para estacas coletadas no outono, que apresentou comportamento quadrático. O ponto de inflexão ocorreu nas doses superiores a 6.500 mg L de AIB, com enraizamento estimado em pouco mais de 28% (Figura 2). Para as coletas realizadas no inverno e na primavera, não houve ajuste da regressão para a aplicação de auxina exógena para a avaliação do enraizamento, apresentando em média de 8,75 e 25,00%, de rizogênese, respectivamente. Estacas de *C. aurea* coletadas no verão também não apresentaram resposta à aplicação de AIB, obtendo-se enraizamento médio de 28% (Emer et al., 2016).

Tabela 2. Análise de variância da aplicação de doses de AIB e da época de coleta de estacas de *Campomanesia aurea* O. Berg

Avaliações	Dose de AIB	Épocas de coleta	Interação
Enraizamento (%)	0,722 ^{ns}	0,01*	0,15**
Calogenese (%)	0,683 ^{ns}	<0,01*	0,09**
Retenção de folhas (%)	0,794 ^{ns}	<0,01*	0,66 ^{ns}
MSR (mg)	0,290 ^{ns}	0,01*	0,46 ^{ns}

^{ns} não significativo; * significativo a 1% de probabilidade de erro; ** significativo a 15% de probabilidade de erro.

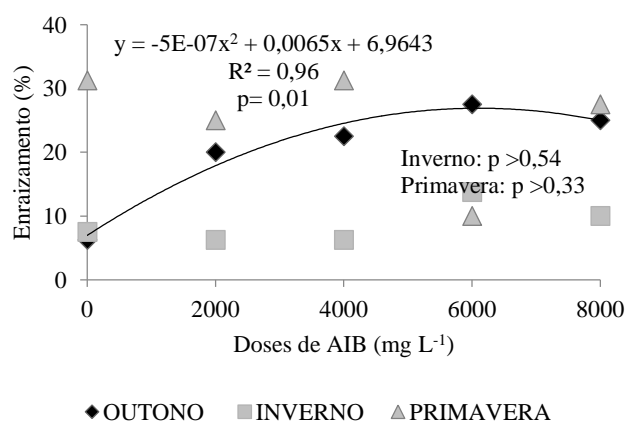


Figura 2. Enraizamento de estacas de *Campomanesia aurea* O. Berg coletadas em diferentes épocas do ano tratadas com diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB)

Vários fatores, entre eles o genótipo, a época, e a concentração endógena de fitohormônios influenciam na resposta à aplicação de reguladores de crescimento em estacas como relatado na literatura. Em *C. adamantium* também foi verificado efeito da época de coleta na resposta à aplicação de auxinas exógenas. Além disso, estacas lenhosas apresentaram maior enraizamento que estacas herbáceas, observando-se máximo enraizamento de 57% para estacas lenhosas colhidas em maio sem aplicação de fitoregulador (Martins et al., 2015). Efeito semelhante ao observado para jabuticaba (*Plinia cauliflora*), onde estacas lenhosas apresentaram resultados superiores aos verificados para propágulos herbáceos sem resposta à aplicação de AIB (Sasso et al., 2010).

O contrário foi observado para *C. aurea*, pois estacas de consistência herbácea, coletadas na primavera, apresentaram maior taxa de enraizamento que aquelas coletadas no inverno, de consistência mais lignificada. O maior grau de lignificação das estacas pode ter dificultado a ação do AIB, como relatado por Franzon et al, (2004) para goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) resultando em baixa porcentagem de enraizamento no inverno.

Em pitangueira (*Eugenia uniflora*), espécie da mesma família, houve enraizamento somente de estacas coletadas de plantas jovens (38%) sem resposta à aplicação de AIB. Os autores ressaltam o efeito da juvenilidade da planta matriz nos resultados alcançados (Lattuada et al., 2011). O fator juvenilidade das plantas matrizes também pode ter influenciado nos resultados do presente trabalho, pois, tratando-se de propágulos coletados de plantas em população espontânea, existe naturalmente uma maior heterogeneidade na idade ontogenética das plantas, o que pode ter contribuído com as variações observadas no enraizamento das estacas e a falta de resposta à aplicação de auxina exógena. Em espécies com dificuldade de propagação por estaquia a idade ontogenética pode ser fator decisivo no enraizamento (Xavier et al., 2013).

A aplicação de AIB em estacas provenientes de minijardim de pitangueira formado por *seedlings* também não resultou em maior enraizamento destas (Peña et al., 2015). O mesmo resultado foi observado para estacas de Malaleuca (*Melaleuca alternifolia*) (Silva et al., 2012), goiabeira (*Psidium guajava*) (Colombo et al., 2008) e *Myrceugenia exsucca* (Vidal et al., 2010).

Verifica-se ainda que os resultados podem ser variáveis dentro de cultivares da mesma espécie, como observado para goiabeira (*P. guajava*). Estacas da cultivar Paluma tratadas com 2.000 mg L⁻¹ de AIB apresentam resultados superiores de enraizamento (73%) comparadas às estacas não tratadas, efeito que não foi visualizado para a cultivar Século XXI (Zietemann & Roberto, 2007).

Contudo, para outras espécies da família Myrtaceae foi verificado efeito positivo da aplicação de AIB, por exemplo, em camu-camu (*Myrciaria dubia*) que apresentou 58% de enraizamento com a aplicação de 200 mg L⁻¹ (Delgado & Yuyama, 2010) e em *Blepharocalyx cruckshanksii*, onde foi observado maior porcentual de enraizamento (41%) aplicando-se 2.000 mg L⁻¹ (Vidal et al., 2010).

Para formação de calos houve diferença estatística entre as épocas de coleta (Tabela 3). Na coleta feita no outono, 87,25% das estacas apresentaram calogênese, enquanto que na primavera apenas 18,82% das estacas formaram calo. Ainda para estacas de *C. aurea* foi constatado em coleta realizada no verão, 48% de formação de calo, não havendo influência das diferentes doses de AIB aplicadas (Emer et al., 2016).

A formação de calo comumente ocorre em estacas colocadas sob condições favoráveis à formação de raízes adventícias e tem sido associada a espécies de difícil enraizamento. Porém, para algumas espécies, seu desenvolvimento é precursor da formação de raízes, enquanto que para outras, pode dificultar o enraizamento (Hartmann et

al., 2011). Para todas as épocas foram observadas estacas enraizadas com e sem a presença de calos, como já relatado para *C. aurea* (Emer et al., 2016), indicando, neste caso, que sua formação não é necessariamente precursora da formação de raízes, como indicado pela baixa correlação (0,32) entre estas duas variáveis.

Tabela 3. Enraizamento (E%), calogênese (Calo), retenção de folhas (RF), massa seca de raiz (MSR) e mortalidade de estacas (MOR) de *Campomanesia aurea* O. Berg coletadas no período do outono, inverno e primavera, tratadas com diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB)

Época	E (%)		Calo (%)		RF (%)		MSR (mg)		MOR (%)	
Outono	20,25	ab	87,25	a	90,25	a	8,97	b	01,50	b
Inverno	8,75	b	37,10	b	10,68	c	10,13	b	55,75	a
Primavera	25,00	a	18,82	c	30,39	b	21,18	a	57,75	a
CV	51,89		31,25		60,55		45,71		*	
p-valor	0,01		<0,01		<0,01		0,01		<0,01	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Kruskal Wallis

Em pitangueira (*E. uniflora*) a maior formação de calos foi observada em estacas coletadas de plantas adultas e sem aplicação de AIB (Lattuada et al., 2011). Diferentemente do observado para goiabeira-serrana (*A. sellowiana*) e goiabeira (*P. guajava*) em que a aplicação de AIB não propiciou o aumento na formação de calo (Tavares et al., 1995; Franzon et al., 2004; Colombo et al., 2008). A maior formação de calos em goiabeira (*P. guajava*) ocorreu nas épocas de coleta de estaca que houve menor formação de raízes (Tavares et al., 1995), semelhante ao verificado no presente estudo, onde a época que ocorreu o maior enraizamento foi a que menos houve ocorrência de calos.

Para retenção de folhas, não foi observada interação entre as doses de AIB e época, havendo diferenças estatísticas somente entre as épocas de coleta de estacas. A maior retenção de folhas foi observada para estacas coletadas no outono (90,25%), seguida da coleta da primavera (30,39%) e a menor manutenção foi visualizada para o inverno (10,68%). A baixa retenção verificada no inverno pode ter sido ocasionada pelas características específicas da espécie, que perdem naturalmente parte das folhas nesse período como observado *in situ*. As mudanças sazonais de fotoperíodo e temperatura afetam a senescência de espécies decíduas, pois nesse período ocorre a diminuição na

síntese e transporte de auxina nas folhas e os níveis de etileno aumentam levando a queda das folhas (Taiz & Zieger, 2013).

No presente trabalho, a manutenção das folhas não foi prejudicada pelo aumento da concentração de AIB. O mesmo foi constatado para goiabeira (*P. guajava*) (Zietemann & Roberto, 2007; Colombo et al., 2008; Yamamoto et al., 2010), ao contrário do observado para estacas provenientes de plantas jovens de pitangueira, onde a retenção foliar foi prejudicada linearmente pelo incremento nas doses de AIB (Lattuada et al., 2011).

A manutenção de folhas nas estacas, em especial as inferiores, é importante para o enraizamento e sobrevivência de estacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, provavelmente pela maior taxa fotossintética proporcionada pela maior área foliar mantida na estaca (Souza et al., 2013).

Estacas sem folhas de goiabeira (*P. guajava*) não apresentaram formação de raízes, tendo como consequência a não sobrevivência das mesmas (Santoro et al., 2010). O mesmo efeito foi observado para estacas herbáceas de jabuticabeira (*P. cauliflora*), onde apenas os propágulos que mantiveram suas folhas durante todo o período de condução do experimento formaram calo e/ou enraizaram. Entretanto, para estacas lenhosas de jabuticabeira (*Plinia cauliflora*), houve a formação de raízes mesmo nos propágulos que perderam as folhas (Sasso et al., 2010).

As folhas possuem importante função no enraizamento de estacas, pois produzem carboidratos utilizados no processo, são fontes de auxinas e cofatores que auxiliam no enraizamento (Fachinello et al., 2005; Hartmann et al., 2011). Somado a isso, as folhas são as principais responsáveis pela transpiração, que permite o movimento de água através do xilema, controlando a taxa de absorção e ascensão de seiva (Kerbaudy, 2013). Neste sentido, a manutenção das folhas e de condições hídricas adequadas no leito de enraizamento é importante para manter as estacas hidratadas, visto que o estresse hídrico ocasiona a inibição da divisão celular, da síntese de proteínas e da fotossíntese (Taiz & Zieger, 2013).

Na primavera, embora somente 30% das folhas permaneceram nas estacas de *C. aurea*, foi verificado o maior enraizamento (25%) entre as épocas testadas neste experimento. Vários fatores podem ter contribuído para este resultado, entre eles o balanço hormonal endógeno, os estádio fenológico das plantas matrizes e fatores ambientais.

Estacas coletadas em período de crescimento vegetativo intenso possuem maior juvenilidade fisiológica, baixo grau de lignificação e alta atividade do cambio vascular, apresentando maior capacidade de rizogênese para espécies de difícil enraizamento

(Fachinello et al., 2005). Além disso, é possível que o maior acúmulo de auxinas endógenas produzidas pelas folhas e gemas caulinares em brotação, possa ter colaborado para o maior enraizamento e para a ausência de efeito da aplicação exógena de AIB visualizado na primavera.

Neste sentido, foi verificado para pessegueiro (*Prunus persica*) que no período de outono e inverno as estacas apresentam maior conteúdo de triptofano, quando comparado à primavera e verão. A queda nos níveis triptofano presente nos ramos sugere que este aminoácido seja convertido em ácido indolacético (AIA), o que correlacionou-se com os maiores percentuais de enraizamento (Dutra et al., 2002). Corroborando com essa informação, a aplicação de triptofano apresentou efeito sobre o enraizamento e sobrevivência de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* de difícil enraizamento (Goulart et al., 2011).

O estágio fisiológico das plantas matrizes utilizadas para retirada de propágulos tem importância principalmente em espécies de difícil enraizamento, sendo que, a formação de flores serve como dreno de fotoassimilados prejudicando o enraizamento de estacas (Hartmann et al., 2011). Para *C. aurea* foi observado que, embora as plantas matrizes apresentassem flores no momento de coleta de estacas na primavera, estas proporcionaram resultados superiores às demais épocas testadas nesse estudo. Porém, provavelmente o enraizamento seria superior se não houvesse a presença de flores, o que concorda com Vidal et al. (2010), que afirma que a capacidade de florescer indica o início do estado de maturidade e com isso há diminuição da capacidade de formar órgão adventícios. Esta informação é reforçada pelos trabalhos realizados com pitangueira (*E. uniflora*) e jabuticabeira (*P. cauliflora*) em que a coleta de estacas no início ou final da época reprodutiva foi prejudicial para o enraizamento de estacas (Sasso et al., 2010; Lattuada, et al., 2011).

Para o experimento realizado no período de inverno, foi observado que, na média dos tratamentos, 13,5% das estacas apresentaram emissão de novas brotações (dados não apresentados), característica que foi praticamente inexistente nas demais épocas. Esse fator pode ter relação com o baixo enraizamento para esta época, que foi o menor entre as testadas, visto que as reservas das estacas possivelmente foram translocadas para formação de brotos, prejudicando o desenvolvimento de raízes, pois, segundo Hartmann et al. (2011), a formação de brotos antes do enraizamento de estacas resulta em competição de fotoassimilados sendo prejudicial à formação de raízes.

O enraizamento pode ter sido influenciado também pelas condições climáticas predominantes na casa de vegetação. Existe uma complexa interação entre a temperatura, fotoperíodo e o nível de auxina e outros hormônios responsáveis por provocar a rizogênese (Hartmann et al., 2011).

A temperatura tem importante função regulatória no metabolismo das plantas e afeta o enraizamento de estacas (Xavier et al., 2013). A rizogênese envolve divisões mitóticas com gasto de energia que tem origem em inúmeras reações químicas, cuja velocidade e eficiência dependem da temperatura (Martins et al., 2015). Temperaturas baixas diminuem o metabolismo das estacas levando a um maior tempo para o enraizamento, ou ainda não proporcionam condições adequadas para a indução, desenvolvimento e crescimento radicial (Xavier et al., 2013). Esse fato foi notado no presente trabalho, visto que, mesmo mantendo as estacas por um período maior em casa de vegetação, no período do outono e inverno, estas resultaram em enraizamento inferior às colhidas na primavera.

Em relação à qualidade do sistema radicular, mensurado pela massa da matéria seca de raiz, houve variação significativa somente em relação à época de coleta das estacas, não ocorrendo influência das diferentes doses de AIB aplicadas. Pode-se observar que as estacas coletadas na primavera foram as que apresentaram melhor desenvolvimento radicular. Embora não observado para *C. aurea*, em muitos casos a aplicação de auxina exógena não apresenta efeitos no enraizamento de estacas, entretanto, melhora a qualidade do sistema radicular formado pelo aumento do número e comprimento das raízes, como relatado em vários trabalhos da literatura.

O aumento da qualidade do sistema radicular foi observado em miniestacas de pitangueira (*E. uniflora*) onde o aumento da concentração de AIB até 2.500 mg L⁻¹ resultou em maior número de raízes formadas, maior comprimento de raízes e massa seca de raízes por miniestaca (Peña et al., 2015). Este resultado foi semelhante ao encontrado por Lattuada et al. (2011) para a mesma espécie em que as doses de AIB utilizadas proporcionaram resposta quadrática para a massa seca de raiz com incremento até a dose de 2.400 mg L⁻¹.

Em camu-camu (*M. dubia*) e goiabeira (*P. guajava*) a aplicação de AIB também promoveu melhorias na qualidade do sistema radicular (Delgado & Yuyama, 2010; Colombo et al., 2008), o que não foi verificado para melaleuca (*M. alternifolia*) (Silva et al., 2012).

O maior desenvolvimento radicular proporciona às estacas condições para manutenção de sua viabilidade e pode influenciar diretamente o desenvolvimento da muda em viveiro e posteriormente no estabelecimento a campo, devido à maior capacidade de absorção de água e nutrientes (Santoro et al., 2010; Silva et al., 2012). Neste sentido, estacas coletadas na primavera além de apresentarem maior porcentagem de enraizamento, possivelmente apresentem melhor desempenho quando transplantadas devido à maior qualidade do sistema radicular formado.

Foi observada alta mortalidade de estacas para as épocas de coleta do inverno e primavera, 55,75 e 57,75%, respectivamente, que diferiram estatisticamente das estacas coletadas no outono, as quais se mantiveram, quase que em sua totalidade, vivas (98,5%), embora esta maior sobrevivência não tenha resultado em maior enraizamento. As estacas coletadas no inverno e primavera apresentaram porcentagem de mortalidade próxima, apesar de ter diferido estatisticamente quanto ao enraizamento e à retenção de folhas.

Durante o período do inverno, normalmente as plantas matrizes encontram-se com metabolismo menos ativo, e com maior concentração de reservas nos tecidos. Como já relatado, a espécie perde naturalmente parte das folhas durante este período, sendo assim, possivelmente as reservas contidas nos ramos foi o que propiciou a manutenção das estacas vivas mesmo com baixa retenção foliar.

Nas estacas coletadas na primavera mesmo com retenção foliar superior ao registrado no inverno, observou-se pouco mais de 42% de estacas vivas. Nesse caso, as folhas parecem ser mais necessárias para a manutenção da atividade metabólica, e, portanto, essencial para sua sobrevivência. Além disso, a consistência mais tenra das estacas colhidas na primavera resulta em maior suscetibilidade a condições ambientais adversas apresentaram alta porcentagem de mortalidade. Nesse sentido, foi constatada correlação negativa (-0,78) entre retenção de folhas e mortalidade de estacas similar ao já relatado para *C. aurea* (Emer et al., 2016).

O conteúdo de carboidratos dos propágulos são fonte de energia e carbono sendo importante para a síntese de substâncias necessárias para a formação de raízes, geralmente correlacionando-se positivamente como o enraizamento e sobrevivência de estacas (Xavier et al., 2013). Épocas de crescimento vegetativo intenso apresentam teores mais baixos de carboidratos, enquanto que plantas em repouso vegetativo e ramos mais lignificados exibem maior teor de reservas (Fachinello et al., 2005), o que corrobora com os resultados encontrados nesse trabalho.

Em goiabeira-serrana (*A. sellowiana*) não foi verificado efeito do AIB na sobrevivência de estacas. A maior percentagem de sobrevivência (15%) foi constatada em estacas retiradas da porção basal dos ramos, enquanto que estacas apicais não sobreviveram. Isso foi atribuído pelos autores à menor quantidade de reservas acumuladas na porção apical em relação à porção basal (Frazon et al., 2004).

Em melaleuca (*M. alternifolia*) independentemente da dose de AIB aplicada não foi observada diferenças na percentagem de estacas mortas indicando ausência de efeito tóxico do fitoregulador para a espécie (Silva et al., 2012). Resultados semelhantes foram encontrados para goiabeira (*P. guajava*) e *M. exsucca* onde as concentrações de AIB não influenciaram na sobrevivência das estacas (Zietemann & Roberto, 2007; Colombo, 2008; Vidal et al., 2010). O oposto foi observado em pitangueira (*E. uniflora*), onde o aumento da concentração de AIB foi prejudicial à sobrevivência de estacas (Lattuada et al., 2011). Resultado semelhante foi observado para goiabeira (*P. guajava*) tratada com solução hidroalcoólica de AIB (Yamamoto et al., 2010). Em *B. cruckshanksii* a maior mortalidade foi observada para as doses mais altas de AIB utilizadas, que também foram as que promoveram maior enraizamento (Vidal et al., 2010).

Dessa forma, pode-se considerar que os resultados de enraizamento encontrados nesse trabalho, embora baixos para um cultivo comercial, demonstram a capacidade de formação de raízes adventícias em *C. aurea*. A elevada mortalidade, superior a 50% para estacas coletadas no inverno e na primavera, também foi limitante para a obtenção de maiores percentagens de enraizamento. Entretanto, uma maior padronização quanto ao grau de lignificação dos propágulos e a colocação das estacas sob condição de umidade e temperatura controladas pode acelerar e melhorar a formação de raízes, aumentando a sobrevivência das estacas.

Portanto, considerando-se a quase inexistência de trabalhos com essa espécie, principalmente em relação à propagação, e o amplo potencial de uso como planta ornamental, medicinal e frutífera, somado à falta de mudas de espécies nativas do Bioma Pampa para recuperação de áreas degradadas, esses resultados tornam-se promissores, ao passo que os propágulos foram coletados em população *in situ*. Sendo assim, é possível com práticas simples de manejo, como a diminuição do intervalo entre a coleta e o estaqueamento, seleção de genótipos, rejuvenescimento, adubação equilibrada das matrizes e controle ambiental do leito de enraizamento, alcançar resultados superiores.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a propagação vegetativa de *Campomanesia aurea* é possível, sendo que, o efeito de AIB é dependente da época de coleta dos propágulos. A primavera a estação que apresenta resultados mais promissores, tanto no percentual de enraizamento quanto na qualidade do sistema radicular formado, sem necessidade de aplicação de AIB.

REFERÊNCIAS

Boldrini, I.; Overbeck, G.; Trevisan, R. Biodiversidade de Plantas. In: Pillar, V. P.; Lange, O. Os Campos do Sul. Rede Campos Sulinos – UFRGS, Porto Alegre, 2015. p. 51-60.

Colombo, L.A.; Tazima, Z. H.; Mazzini, R. B.; Andrade, G.A.; Kanayama, F.S.; Baquero, J.E.; Auler, P.A. M.; Roberto, S.R. Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB. Semina: Ciências Agrárias, v. 29, n.3, p. 539-546, 2008.

<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n3p539>

Delgado, J.P.M.; Yuyama, K. Comprimento de estaca de camu-camu com ácido indolbutírico para a formação de mudas. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 32, n. 2, p. 522-526, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000066>

Dutra, L.F.; Kersten, E.; Fachinello, J.C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. Scientia Agrícola, v. 59, n. 2, p. 327-333, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000200019>

Emer, A.A.; Schafer, G.; Avrella, E.D.; Delazeri, M.; Veit, P.A.; Fior, C.S. Influence of indolebutyric acid in the rooting of *Campomanesia aurea* semihardwood cuttings. Ornamental Horticulture, v.22, n.1, p. 94-100, 2016. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v22i1.855>

Fachinello, J.C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J.C. Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221 p.

Franzon, R.C.; Antunes, L.E.C.; Raseira, M.C.B. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Ber). Revista Brasileira Agrociência, v. 10, n. 4, p. 515-518, 2004. [HTTP://DX.DOI.ORG/10.18539/CAST.V10I4.1036](http://dx.doi.org/10.18539/CAST.V10I4.1036)

Goulart, P.B.; Xavier, A.; Dias, J.M.M. Efeito dos cofatores hidroquinona, prolina e triptofano no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. Revista *Árvore*, v. 35, n. 5, p. 1017-1026, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000600007>

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T.; Geneve, R.L. Plant propagation: principles and practices. 8.ed. Upper Saddle River: Prentices Hall, 2011. 915 p.

Ingels, J.E. Ornamental horticulture: science, operations, & management. 4 ed. New York: Delmar, 2010. 687 p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso em: 05 fev., 2017.

Kerbaux, G.B. Fisiologia Vegetal. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013 431 p.

Lattuada, D.S.; Spier, M.; Souza, P.V.D. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pitangueiras. *Ciência Rural*, v.41, n. 12, p. 2073-2079, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011001200006>

Lima, D.F.; Goldenberg, R.; Sobral, M. O gênero *Campomanesia* (Myrtaceae) no estado do Paraná, Brasil. *Rodriguésia*, v. 62, n. 3, p. 683-693, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201162313>

Lorenzi, H.; Bacher, L.; Lacerda, M.; Sartori, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*). São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.768 p.

Martins, W.A.; Mantelli, M.; Santos, S.C.; Netto, A.P.C.; Pinto, F. Estaquia e concentração de reguladores vegetais no enraizamento de *Campomanesia adamantium*. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 38, n. 1, p. 58-64, 2015.

Peña, M.L.P.; Zanette, F.; Biasi, L.A. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitangueira. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 5, p 3055-3068, 2015. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p3055>

Reitz, P. R. Flora ilustrada catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1977. 158 p.

Santoro, P.H.; Mikami, A.Y.; Souza, S.G.H.; Roberto, S.R. Influência de folhas e lesões na base de estacas herbáceas no enraizamento de goiabeira da seleção 8501-9. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 2, p. 289-294, 2010.

<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n2p289>

Sasso, S.A.Z.; Citadin, I.; Danner, M.A. Propagação de jabuticabeira por estaquia. Revista Brasileira de Fruticultura v. 32, n. 2, p. 577-583, 2010.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000054>

Silva, R.C.; Antunes, M.C.; Roveda, L.F.; Carvalho, T.C.; Biasi, L.A. Enraizamento de estacas de *Melaleuca alternifolia* submetidas a diferentes reguladores vegetais. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n.5, p. 1643-1652, 2012.
<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n5p1643>

Souza, C.C.; Xavier, A.; Leite, F.P.; Santana, R.C.; Leite, H.G. Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* HILL X *E. urophylla* S. T. BLACK. Revista Árvore, v. 37, n. 1, p. 67-77, 2013.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000100008>

Streck, E. V., Kampf, N., Dalmolin, R. S. D., Klamt, E., Nascimento, P. C., Schneider, P. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002. 126 p.

Stumpf, E.R.T. Cores e formas no Bioma Pampa: plantas ornamentais nativas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 272 p.

Stumpf, E.R.T.; Heiden, G.; Iganci J.R.V.; Barbieri, R.L.; Corrêa L.B.; Perleberg, T.D.; Romano C.M.; Fischer, S.Z.; Neitzke, R.S. Prospecting native ornamental plants in the Brazilian pampa for use in landscaping and floral art. Acta Horticulturae, v. 937, p. 1161-1166, 2012. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.937.145>

Stumpf, E.R.T.; Silva, P.S.; Romagnoli, I.D.; Fischer, S.Z.; Mariot, M.P. Espécies nativas que podem substituir as exóticas no paisagismo. Ornamental Horticulture, v. 21, n. 2, p. 165-172, 2015. <http://dx.doi.org/10.14295/aohl.v21i2.663>

Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

Tavares, M.S.W.; Kersten, E.; Siewerdt, F. Efeitos do ácido indolbutírico e da época de coleta no enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). Scientia Agricola, v. 52, n. 2, p. 310-317, 1995. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161995000200018>

Vélez-Martin, E.; Rocha, C.H.; Blanco, C.; Azambuja, B.O.; Hasenack, H.; Pillar, V.P. Conversão e fragmentação In: PILLAR, V.P.; LANGE, O. Os Campos do Sul. Rede Campos Sulinos-UFRGS, Porto Alegre, 2015. p. 125-132.

Vidal, M.L.; Delgado, P.S.; Barra, E.H.; Peña-Cortés, F. Propagación vegetativa de *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii*, especies dominantes del bosque pantanoso de la Depresión Intermedia de la región de La Araucanía, Chile. *Bosque*, v. 31, n. 3, p. 247-251, 2010. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002010000300009>

Xavier, A.; Wendling, I.; Silva, R.L. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. 2 ed. Viçosa: UFV, 2013. 279 p.

Yamamoto, L.Y.; Borges, R.S.; Sorace, M.; Rachidi, B.F.; Ruas, J.M.F.; Sato, O.; Assis, A.M.; Roberto, S.R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' tratadas com Ácido Indolbutírico veiculado em talco e álcool. *Ciência Rural*, v. 40, n. 5, p.1037-1042, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000500006>

Zietemann, C.; Roberto, S.R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, n. 1, p. 31-36, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000100009>

9 CAPÍTULO 6

Adubação nitrogenada em minicepas de *Campomanesia aurea* O. Berg e sua influência na produtividade e enraizamento de miniestacas

(Manuscrito formatado de acordo às normas da Revista Brasileira de Ciências Agrárias)

Adubação nitrogenada em minicepas de *Campomanesia aurea* O. Berg e sua influência na produtividade e enraizamento de miniestacas

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de nitrogênio (N) em minicepas de *C. aurea* conduzidas em sistema de minijardim sobre a produtividade, enraizamento e qualidade do sistema radicular de miniestacas em diferentes épocas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e os tratamentos consistiram em épocas de coleta de miniestacas (outono, inverno, primavera e verão) e doses de nitrogênio (0, 0,3, 1,12, 1,95 e 3,60 g L⁻¹). Avaliou-se a sobrevivência das minicepas, a produtividade de miniestacas, à porcentagem de enraizamento e matéria seca de raiz. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 5 x 4. Os dados foram submetidos à análise de variância regressão polinomial e teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. A produtividade média ajustada foi de 10,0 e 18,9 miniestacas por minicepa na primavera e verão, respectivamente. O enraizamento foi prejudicado pelo aumento das doses de nitrogênio. Conclui-se que, a sobrevivência de minicepas é influenciada pela aplicação de adubação nitrogenada e que a dose de 1,12 g L⁻¹ de nitrogênio apresenta resultados superiores para produtividade e enraizamento de miniestacas, especialmente quando coletadas no período de primavera e verão.

Palavras-chave: ornamental nativa, minijardim, produção de mudas

Nitrogen fertilization in *Campomanesia aurea* O. Berg ministrains and its influence on the productivity and rooting of of minicuttings

Abstract

The objective of this study is to evaluate the effects of nitrogen doses in *C. aurea* ministrains conducted in minigarden system on productivity, rooting and quality of the root system in

different collection time. The experiment was conducted at a greenhouse and the treatments consisted of collection times (autumn, winter, spring and summer) and nitrogen doses (0, 0.3, 1.12, 1.95 and 3.60 g L⁻¹). We evaluated the survival of ministrains, the productivity of minicuttings, the percentage of rooting and root dry matter was evaluated. The experiment was randomized blocks in a 5 x 4 factorial design. Data were subjected to analysis of variance and polynomial regression, and means were compared by Tukey test at 5%. The adjusted mean productivity was 10.0 and 18.9 minicuttings per ministrain in spring and summer, respectively. Rooting was hindered by the increase in nitrogen doses. We concluded that the survival of ministrains is influenced by the application of nitrogen fertilization and that the N dose 1.12 g L⁻¹ provides better results for productivity and rooting of minicuttings, especially when collected during spring and summer.

Keywords: minigarden, native ornamental species, seedling production

INTRODUÇÃO

Campomanesia aurea O. Berg é uma espécie nativa do Bioma Pampa, pertencente à família Myrtaceae, conhecida popularmente como guabirobinha-do-campo e araçá-rasteiro (Lorenzi, 2006). Apresenta potencial ornamental para uso em jardins ou vasos devido ao porte arbustivo, formato irregular da planta, floração intensa e aromática (Stumpf, 2009), além da produção de frutos comestíveis (Lorenzi, 2006).

A propagação da espécie ocorre naturalmente por sementes (Lorenzi, 2006), porém a propagação vegetativa é utilizada com frequência na floricultura, por ser uma técnica de fácil execução, baixo custo, e por muitas vezes, diminuir o tempo de obtenção das mudas. Entretanto, a viabilidade da aplicação da estaquia depende do potencial da espécie em formar raízes adventícias e também da qualidade do sistema radicular formado, que deve garantir a sobrevivência das mudas (Fachinello et al., 2005).

A propagação vegetativa, especialmente em espécies florestais, obteve muitos avanços com a produção de miniestacas em sistemas de minijardins clonais. Os minijardins são a área de multiplicação vegetativa formada por um conjunto de minicepas que objetivam fornecer brotações para serem utilizadas como propágulo no processo de miniestaquia (Xavier et al., 2013).

As minicepas podem ser conduzidas em condição de campo, ou mais frequentemente em locais protegidos e em condição envasada, onde são manejadas constantemente com podas, adubações, irrigações, controle de pragas e de doenças (Xavier et al., 2013). A utilização desta técnica possibilitou incrementos no índice de enraizamento, qualidade do sistema radicular e diminuição ou isenção do uso de fitohormônios em *Eucalyptus* spp. (Alfenas et al., 2004), devido à maior capacidade que os materiais juvenis têm de emitir raízes adventícias, quando comparados aos mais lignificados (Facchinello et al., 2005).

A fase de produção das brotações e o posterior enraizamento são as etapas mais críticas do manejo dos minijardins. Porém, quando otimizadas, possibilitam os maiores ganhos em produtividade, que por sua vez, é influenciada, dentre outros fatores, pelo potencial genético, época do ano e adubação (Alfenas et al., 2004).

A nutrição mineral apresenta influência no enraizamento de estacas, em função do vigor vegetativo da planta matriz e, conseqüentemente, da situação nutricional do propágulo coletado (Xavier et al., 2013). O nitrogênio é um dos elementos de maior demanda pelas plantas, fazendo parte da composição química de vários constituintes celulares, como nucleotídeos e aminoácidos, que formam a estrutura dos ácidos nucleicos e proteínas, respectivamente, sendo absorvidos principalmente na forma de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-). Após a absorção, o nitrogênio é incorporado nos tecidos de rápido crescimento como folhas em expansão, ponta de raiz e meristemas (Kerbaudy, 2013).

Diferentes espécies apresentam requerimentos nutricionais variados, sendo que a disponibilização de nutrientes para as plantas deve ser suficiente para seu crescimento, entretanto o excesso de adubação pode levar ao acúmulo de sais no substrato, que ocasionam a retenção de água osmoticamente, limitando o crescimento das raízes e da parte aérea (Dole e Wilkins, 2005).

Pesquisas mostraram que estacas de *C. aurea* coletadas diretamente de população *in situ* apresentam baixo enraizamento (28%) (Emer et al., 2016). Desta forma, a produção de mudas por estacas coletadas de minijardim pode ser uma alternativa para a propagação vegetativa da espécie, visto que há controle do manejo nutricional nas plantas matrizes, além da obtenção de material juvenil, reconhecidamente mais apto ao enraizamento para várias espécies. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de nitrogênio (N) em minicepas de *C. aurea* conduzidas em sistema de minijardim sobre a produtividade, enraizamento e qualidade do sistema radicular de miniestacas em diferentes épocas.

MATERIAL E MÉTODOS

Sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas

O experimento foi conduzido em estufa agrícola, sem controle de temperatura, coberta com polietileno e com paredes de tela antiafídica, pertencente ao Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, RS (30°04'26"S e 51°08'07"W). Foram utilizadas plantas obtidas por meio de sementes coletadas de aproximadamente 50 matrizes no município de Barão do Triunfo, RS (30° 18' 136" S e 51° 50' 282" W).

A semeadura foi realizada em março de 2014, enterrando as semente cerca de um centímetro de profundidade em bandejas multicelulares de poliestireno expandido com 72 células (50 cm³) contendo substrato comercial a base de turfa, que apresentava densidade de 145 Kg m⁻³, condutividade elétrica (1:5) de 0,7 ± 0,3 mS cm⁻¹ e pH_(H₂O) de 5,5±0,5. Depois de transcorridos sete meses (outubro de 2014), as plantas com cerca de 5 a 8 cm de altura foram levadas para estufa e transplantadas para vasos de polietileno de oito litros de capacidade contendo areia média, utilizando-se quatro plantas por vaso. A areia utilizada apresentava densidade seca de 1.525 Kg m⁻³, condutividade elétrica (1:5) de 0,01 mS cm⁻¹ e pH_(H₂O) de 5,3. Após dois meses de desenvolvimento e aclimação das plantas (janeiro de 2015), iniciaram-se as adubações.

Os tratamentos utilizados no presente trabalho foram adaptados dos testados por Lattuada et al. (2016) para *Eugenia uniflora* e consistiram em diferentes doses de nitrogênio (Tabela 1). Como fonte de nutrientes utilizou-se o produto comercial Kristalon[®] e nitrato de amônio (NH₄NO₃). De acordo com informações do fabricante, o adubo Kristalon[®] (formulação 6-12-36) contém 6% de nitrogênio, (4,5% na forma nítrica e 1,5% amoniacal), 12% de fósforo (P₂O₅), 36% Potássio (K₂O), 1,8% Magnésio (Mg), 8% Enxofre (S), 0,07% Ferro (Fe), 0,025% Boro (B), 0,01% Cobre (Cu), 0,04% Manganês (Mn), 0,004% Molibdênio (Mo) e 0,025% Zinco (Zn).

As soluções de adubo foram preparadas colocando-se as quantidades referentes a cada tratamento em béquer com água deionizada e dissolvidos completamente com auxílio de agitador e barra magnética.

Tabela 1– Doses de adubação utilizada em fertirrigação para produção de miniestacas de *Campomanesia aurea* O. Berg

Tratamento	Dosagem de adubo (g L ⁻¹)	Dosagem de nitrogênio (g L ⁻¹)
T1	Testemunha (sem adubação)	0
T2	5 g de Kristalon*	0,3
T3	5 g de Kristalon + 2,36 g NH ₄ NO ₃	1,12
T4	5 g de Kristalon + 4,72 g NH ₄ NO ₃	1,95
T5	5 g de Kristalon + 9,44 g NH ₄ NO ₃	3,60

Adaptado de Lattuada et al.,2016.

As adubações foram realizadas quinzenalmente durante sete meses, aplicando-se manualmente 50 mL de solução por vaso utilizando proveta graduada. A testemunha não recebeu adubação, apenas o mesmo volume de água deionizada utilizado nos demais tratamentos. Antes de cada adubação foi realizado o teste de *Pour Thru* (Cavins et al., 2000) para monitoramento da condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH) de cada tratamento. O pH e a CE da água de irrigação ao longo de todo o experimento variaram de 4,45 a 6,71, e 0,091 a 0,128 mS cm⁻¹, respectivamente.

Decorridos cerca de dois meses após o início das adubações (março de 2015), para formação das minicepas e para estimular o crescimento de brotações laterais foi realizado o desponte das plantas, retirando-se apenas a brotação apical e mantendo as plantas com cerca de cinco centímetros de altura. A irrigação foi realizada por gotejamento e manejada durante toda a condução do experimento conforme a necessidade das plantas, em função das condições climáticas ao longo do ano. A temperatura mínima, média e máxima durante o período de condução do experimento foi obtida da Estação Meteorológica Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a cidade de Porto Alegre (Figura 1).

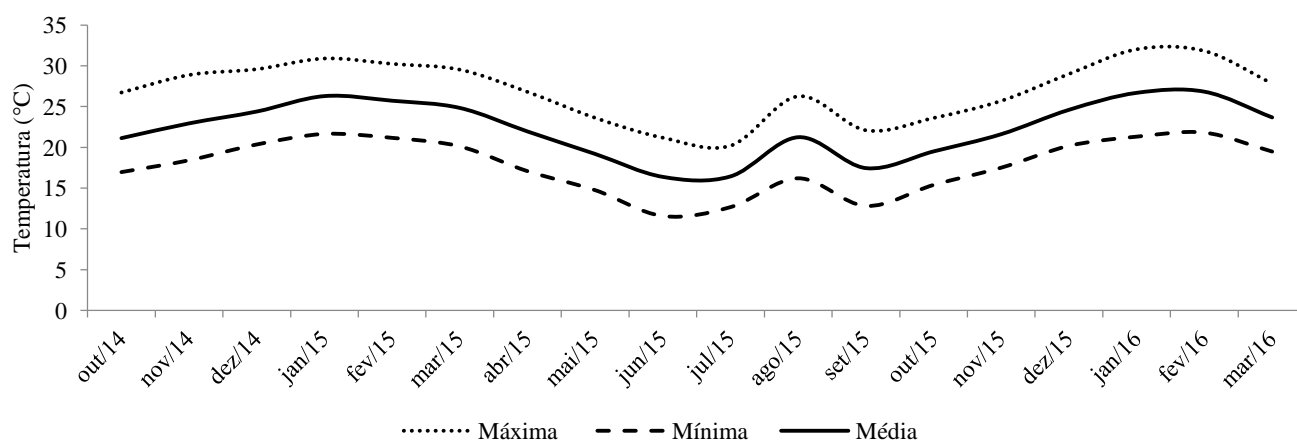


Figura 1. Médias mensais das temperaturas mínimas, médias e máximas em Porto Alegre, RS, durante o período de condução do experimento. Dados Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Na segunda quinzena do mês de agosto de 2015, adubação passou a ser feita semanalmente nas minicepas utilizando as mesmas doses e volume da adubação anterior. Em novembro de 2015, devido ao aumento da condutividade elétrica, procedeu-se a lavagem do substrato pela saturação e drenagem dos vasos com água por três a quatro vezes seguidas, até a redução da condutividade elétrica para valores inferiores a 1 mS cm^{-1} . Baseado nisso, a adubação passou novamente a ser realizada quinzenalmente.

As miniestacas foram coletadas tendo como critério alcançar 5 a 8 cm de altura e possuir quatro folhas, com pelo menos duas plenamente expandidas. No minijardim, avaliou-se a sobrevivência das minicepas e a produtividade de miniestacas por minicepa.

As coletas foram realizadas continuamente em períodos de tempo variáveis conforme a época do ano, sendo agrupadas conforme a época em que foram realizadas em outono (abril-junho), inverno (julho-setembro), primavera (outubro-dezembro) e verão (janeiro-março).

Enraizamento das miniestacas

Após a coleta no minijardim, as estacas foram padronizadas através de um corte reto na base para a altura de 5 a 8 cm de altura e quatro folhas apicais, sendo imediatamente tratadas com solução hidroalcoólica com 200 mg L^{-1} de ácido indolbutírico (AIB) durante cinco segundos. Após o tratamento com AIB, as miniestacas foram inseridas em bandejas multicelulares de poliestireno expandido com células de 15 cm^3 , preenchidas com casca de arroz carbonizada, sendo então levadas para um ambiente protegido sem controle de temperatura e com sistema de irrigação intermitente por nebulização.

O ambiente protegido é uma construção em alvenaria com janelas amplas de vidro nas laterais e cobertura de telha de fibra de vidro transparente. A irrigação é controlada por temporizador e válvula solenóide e feita por bicos do tipo fogger de quatro saídas, de forma a manter a umidade relativa do ar acima de 90%.

Após 90 dias de permanência sob nebulização, as miniestacas obtidas em cada coleta foram avaliadas quanto à porcentagem de enraizamento e massa seca de raiz. Foram consideradas enraizadas todas as estacas que apresentaram raízes visíveis (pelo menos 1 mm). A massa seca de raízes, utilizada para mensurar a qualidade do sistema radicular, foi determinada colocando-se o material vegetal em estufa a 65°C até peso constante, e posteriormente feito pesagem em balança analítica. O valor verificado para massa seca de raiz foi dividido pelo número de estacas enraizadas de cada amostra, sendo expressos em mg.

Análise estatística

Para sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas o delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 5 x 4, sendo os fatores constituídos por cinco soluções de adubação e quatro épocas de coleta de estacas (outono, inverno, primavera e verão), com quatro repetições composta por oito minicepas.

Para a produtividade, enraizamento e massa seca de raiz das miniestacas, os dados foram agrupados por estação de coleta, em: outono, inverno, primavera e verão.

Para todos os dados realizou-se análise de variância (ANOVA) e posteriormente regressão polinomial ou teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas

Para a sobrevivência de minicepas foi observada interação entre os fatores estudados, sendo verificado comportamento quadrático decrescente para as estações inverno, primavera e verão, com menor sobrevivência quando utilizadas maiores doses de nitrogênio, independente da época (Figura 2). Menos de 10% das minicepas permaneceram vivas até o verão quando utilizada a adubação com maior carga nutricional ($3,60 \text{ g L}^{-1}$).

A baixa sobrevivência das minicepas para os tratamentos com maior carga nutricional pode ter sido ocasionada pelo excesso de sais no substrato de cultivo. A partir do mês de agosto houve um aumento expressivo no teor de sais, principalmente para o tratamento de $3,60 \text{ g L}^{-1}$, chegando a condutividade elétrica superior a 3 mS cm^{-1} no mês de setembro, período este que coincidiu com a fase de maior mortalidade das minicepas (Figura 3).

A condutividade elétrica fornece uma estimativa da quantidade de sais solúveis no substrato em função da quantidade de íons dissolvidos na água, que conduzem corrente elétrica na proporção da quantidade de sais (Cavins et al., 2000). Assim, os valores de condutividade elétrica superiores a 3 mS cm^{-1} observados neste estudo, possivelmente foram responsáveis pela maior mortalidade das minicepas, em função da elevação demasiada no nível de sais do substrato.

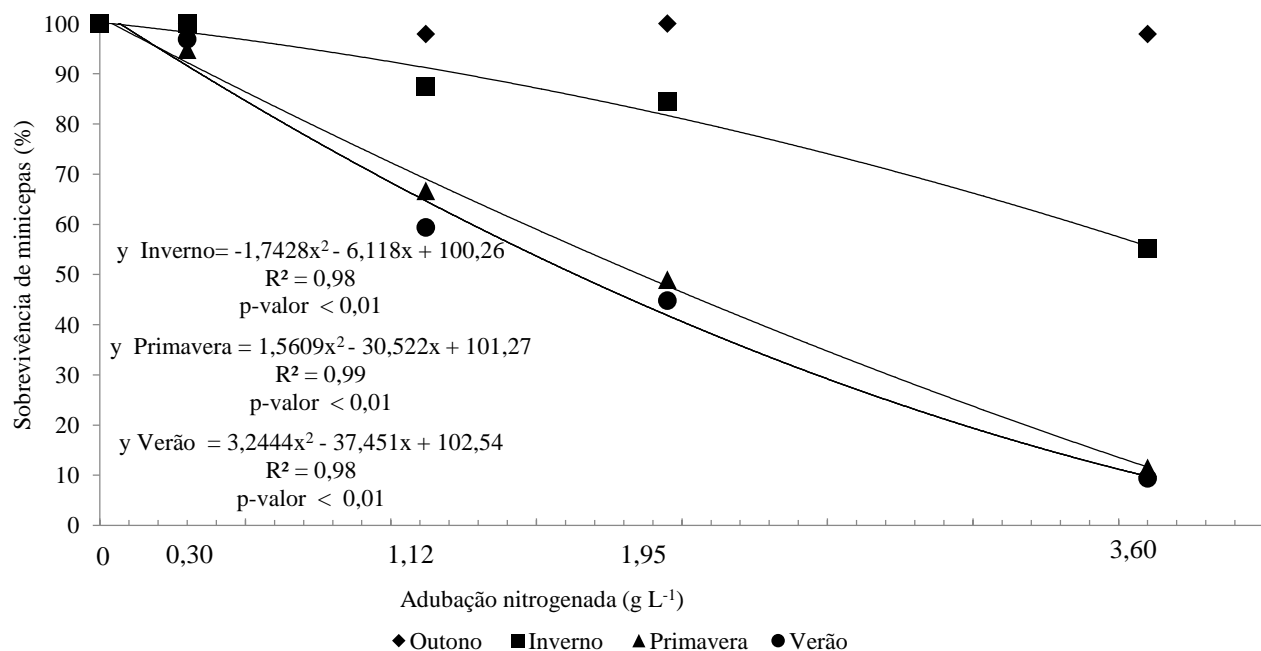


Figura 2. Sobrevivência de minicepas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada, por estação do ano. UFRGS, Porto Alegre, 2016

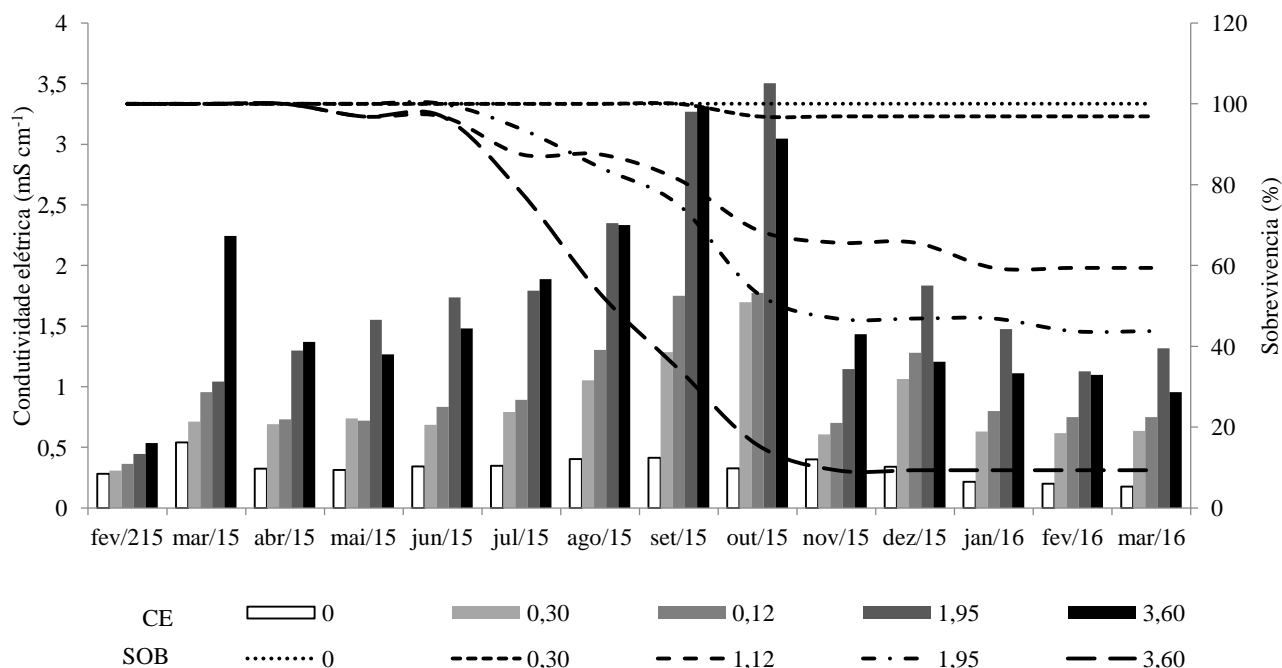


Figura 3. Condutividade elétrica ($mS cm^{-1}$) pelo método *Pour Thru* do substrato e sobrevivência de minicepas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada. UFRGS, Porto Alegre, RS, 2016
 0 g L⁻¹ de nitrogênio; 0,3 g L⁻¹ de nitrogênio; 1,12 g L⁻¹ de nitrogênio; 1,95 g L⁻¹ de nitrogênio; 3,60 g L⁻¹ de nitrogênio;
 CE: Condutividade elétrica; SOB: Sobrevivência.

Diferentes espécies apresentam variação quanto à tolerância ao estresse osmótico causado pelo nível de salinidade. A condutividade elétrica tem relação linear com o potencial

osmótico, pois com o aumento na concentração de sais em solução, diminui o potencial da água, tornando-se cada vez menos disponível para as plantas. A diminuição do crescimento e da produção de biomassa constituem bons indicadores para avaliação do grau de estresse e da capacidade da planta tolerar o excesso de sais (Larcher, 2004). Neste sentido, no presente trabalho foram observadas não só a estagnação do crescimento, como também a morte das plantas matrizes, o que reforça a tese do excesso de sais no substrato.

A partir do mês de novembro, com a lavagem do substrato para a retirada do excesso de sais, foi verificada a redução da mortalidade de minicepas, podendo-se inferir que trata-se de uma espécie sensível à salinidade, conforme a classificação descrita para o método *Pour Thru*. Este método fornece uma estimativa da necessidade de adubação e separa em grupos plantas com baixa (1 a 2,6 mS cm⁻¹), média (2,0 a 3,5 mS cm⁻¹) e alta (2,6 a 4,6 mS cm⁻¹) necessidade de nutricional (Cavins, 2000), ou seja, podemos classificar a espécie com baixa exigência, visto que a manutenção da CE abaixo de 2 mS cm⁻¹ mostrou-se favorável a sobrevivência das minicepas e produtividade de miniestacas.

Para *Eugenia uniflora*, espécie nativa da mesma família que *C. aurea*, foi constatado que há necessidade moderada de N tanto para a emissão, quanto para o enraizamento de estacas, e que a manutenção de condutividade elétrica em 0,5 mS cm⁻¹ pelo método *Pour Thru* foi adequada para o cultivo da espécie (Lattuada et al., 2016), nível de salinidade abaixo dos observados no presente trabalho (2 mS cm⁻¹).

Observou-se sobrevivência das minicepas superior a 60% para os tratamentos 0, 0,3 e 1,12 g L⁻¹ de nitrogênio (Figura 2), mesmo após um ano de coletas contínuas. A sobrevivência e a produção de miniestacas em coletas sucessivas indicam a viabilidade técnica do sistema para produção de mudas (Xavier et al., 2013), assim como, que a condução do minijardim e a nutrição foram adequadas para as minicepas (Dias et al., 2012a).

A partir do mês de setembro as coletas passaram a ser realizadas, em média, a cada 10 dias, e a partir de outubro se tornaram semanais até o período final de avaliação. O período entre as coletas verificado para *C. aurea* foi inferior aos verificados para clones de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*, em que os menores intervalos ocorreram durante as estações da primavera, de 9 a 11 dias, e verão, de 8 a 15 dias (Brondani et al., 2012), evidenciando, dessa forma, a alta capacidade de emissão de brotações da espécie estudada.

Para a produtividade de miniestacas também verificou-se interação entre época de coleta e doses de adubação nitrogenada, havendo comportamento quadrático para as estações outono, primavera e verão. O período de primavera e verão foi o de maior produtividade das minicepas, com produção estimada em 10,0 e 18,9 miniestacas por minicepas,

receptivamente, utilizando a dose de $1,95 \text{ g L}^{-1}$ de nitrogênio (Figura 4). Para os tratamentos 0 e $3,60 \text{ g L}^{-1}$ de nitrogênio, observou-se as menores produtividades, principalmente na ausência de adubação mesmo na primavera e verão, época que se mostrou mais favorável à emissão de brotações da espécie. Para a dose de $3,60 \text{ g L}^{-1}$, houve elevada mortalidade das minicepas, como já relatado, não sendo indicado essa dosagem.

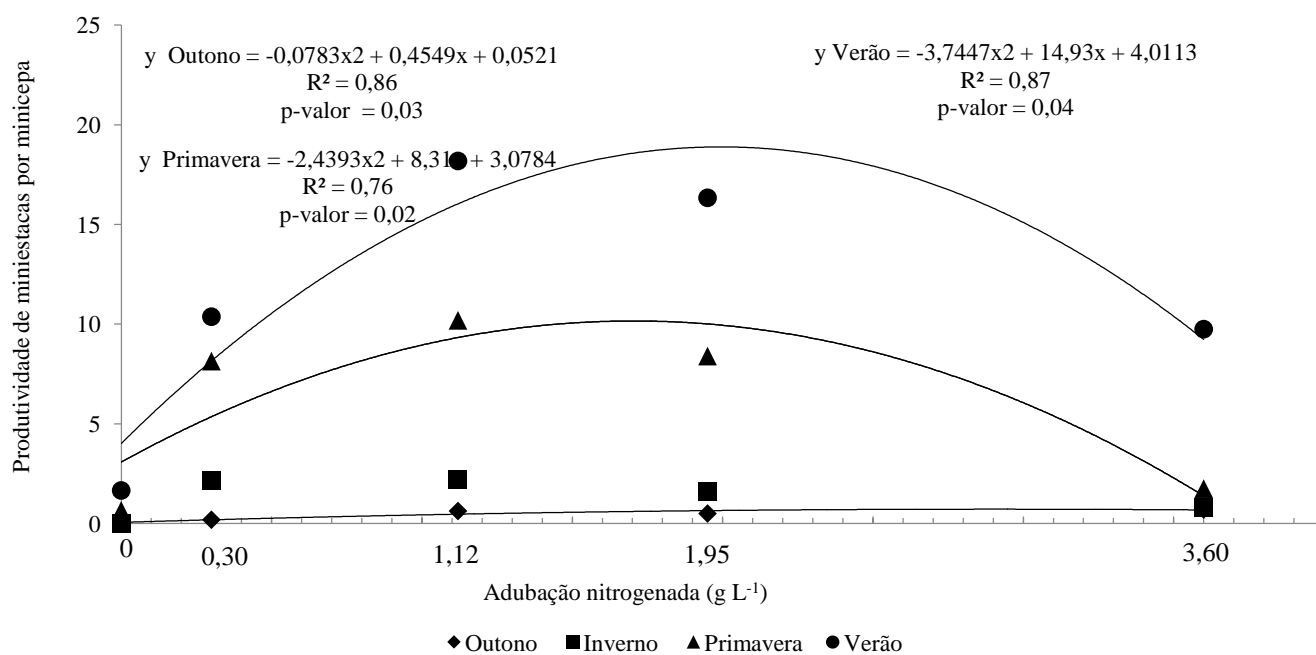


Figura 4. Produtividade de miniestacas por minicepas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada, por estação do ano. UFRGS, Porto Alegre, 2016

Independente da dose de nitrogênio, a produtividade de miniestacas nas minicepas se mostrou baixa no início do cultivo (outono e inverno), com máxima produtividade (2,2 estacas por minicepa) observada na dose de $1,12 \text{ g L}^{-1}$ de nitrogênio. Esses resultados se devem, em parte, às baixas temperaturas médias observadas nestas estações, de $19,1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $18,3 \text{ }^\circ\text{C}$, para outono e inverno, respectivamente (Figura 1), e também ao fato das minicepas estarem ainda sendo formadas. Resultado semelhante foi verificado em minijardim de *Psidium guineense*, *P. cattleyanum* e *P. guajava*, onde a menor produção foi observada nas primeiras coletas, o que foi associado ao menor acúmulo de reservas no início do cultivo (Altoé et al., 2011). As coletas de propágulos ao longo do ano sofrem influência da temperatura, intensidade luminosa e fotoperíodo (Alfenas et al. 2004). No presente trabalho, provavelmente os fatores climáticos foram decisivos, já que a produção de miniestacas foi favorecida pelo aumento da temperatura. Esse mesmo comportamento também foi observado

Eucalyptus dunnii (Rosa et al., 2009), *Piptocarpha angustifolia* (Ferriani et al., 2011), clones de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii* (Brondani et al., 2012) e *Eugenia uniflora* (Peña Peña et al., 2015) conduzidos em sistema de minijardim.

Para *Psidium guineense*, *P. cattleianum* e *P. guajava*, espécies da família Myrtaceae, a produção média de miniestacas por minicepa por coleta variou entre 1,94 a 3,99; 2,00 a 4,83 e 1,92 a 3,62, respectivamente, em sete coletas realizadas durante um período superior a um ano (Altoé et al., 2011). Em *Eugenia uniflora* foi verificada a produção média de 1,5 miniestacas por minicepa a cada 10 dias (Lattuada et al., 2016). Para outras espécies nativas, a produtividade média e o intervalo entre as coletas de miniestacas são variáveis conforme a espécie. Para *Anadenanthera macrocarpa*, por exemplo, foi observada produtividade de 1,2 a 3,7 miniestacas por minicepa a cada 26 dias (Dias et al., 2012b), para de *Erythrina falcata* de até 2,9 a cada 15 dias (Cunha et al., 2008) e para *Cedrela fissilis* de 1,3 estacas por minicepa a cada 30 dias (Xavier et al., 2003).

A variação nas respostas de produtividade também é observada em relação à adubação, até mesmo dentro de espécies do mesmo gênero. A máxima produção de miniestacas (13,1 estacas cepa⁻¹ mês⁻¹) em clone de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* ocorreu com a utilização da dose estimada de 0,12 g L⁻¹ de nitrogênio (Rocha et al., 2015). Já para *Eucalyptus dunnii* observou-se efeito linear crescente para a produção de miniestaca sob doses de nitrogênio de até 0,6 g L⁻¹ N (Rosa et al., 2009).

A produtividade total de miniestacas por minicepa de *C. aurea* durante um ano de produção chegou a 35,3 estacas utilizando 1,12 g L⁻¹ de nitrogênio. Esses valores foram semelhantes aos verificados para *Psidium guineense*, *P. cattleianum* e *P. guajava* (35) (Altoé et al., 2011) e também aos melhores resultados observados para *Eugenia uniflora* (38) (Lattuada et al., 2016). Considerando a densidade de plantas utilizada de 80 plantas por metro quadrado, e a maior produtividade observada, chegou-se a uma estimativa de produção de 2.800 miniestacas por metro quadrado por ano. Esses valores estão bem aquém dos observados, por exemplo, para clones de eucalipto, onde a produtividade chegam a mais de 20 mil estacas por metro quadrado por ano (Brondani et al., 2008). Entretanto, deve-se considerar o intenso e longo período de melhoramento e aprimoramento de técnicas e da adubação para a cultura do eucalipto quando comparada a uma espécie nativa, cujos conhecimentos ainda são incipientes.

Enraizamento de miniestacas

Para o enraizamento não foi observada interação entre as épocas de coleta de estacas e as doses de adubação nitrogenada aplicadas, havendo somente efeito dos fatores isolados. Em relação às épocas, foi verificado que estacas coletadas na primavera e verão apresentaram porcentagens de enraizamento superiores, 59 e 56%, respectivamente, diferindo estatisticamente apenas do outono, 38%. O mesmo comportamento foi observado para massa seca de raiz (Tabela 2). Esses resultados podem ter ocorrido devido à ausência de condições controladas no leito de enraizamento da casa de vegetação, de forma que, parte das estacas coletadas no período do outono ficou exposta às condições climáticas do período subsequente, no caso o inverno, onde foram verificadas as menores média de temperatura (18,3 °C), refletindo em menor enraizamento e qualidade do sistema radicular, mensurado pela massa seca de raízes.

Tabela 2. Enraizamento e massa seca de raiz (MSR) de miniestacas de *Campomanesia aurea* O. Berg coletadas em diferentes épocas do ano. UFRGS, Porto Alegre, 2016

Épocas	Enraizamento (%)	MSR (mg)
Outono	38,63 b	07,84 b
Inverno	47,37 ab	20,35 a
Primavera	59,01 a	23,93 a
Verão	56,30 a	21,56 a
p-valor	≤ 0,01	≤ 0,01

Médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A época de coleta também apresentou efeito significativo para o enraizamento de estacas de *Eugenia uniflora*, que foi atribuído a vários fatores, entre eles a juvenildade dos propágulos, condição fisiológica, balanço hormonal e condição nutricional ao longo das coletas de brotações (Peña Peña et al., 2015). Entretanto, para *Psidium guineense*, *P. cattleianum* e *P. guajava* o porcentual de miniestacas enraizadas não foi influenciado pelas épocas de coleta e apresentaram 95,8%; 91,6% e 100% de enraizamento, respectivamente (Altoé et al., 2011), diferentemente do observado para *C. aurea* em que a época de coleta influenciou tanto na produção, quanto no enraizamento e qualidade do sistema radicular das miniestacas.

Os resultados de enraizamento alcançados no presente trabalho, foram superiores aos encontrados em experimentos anteriores para estacas de *C. aurea* coletadas diretamente do campo, com 28% de enraizamento no verão (Emer et al., 2016) e 20%, 8% e 25% para as

épocas de outono, inverno e primavera, respectivamente (Emer, 2018, no prelo). Dentre os fatores que podem ter contribuído para os resultados superiores conseguidos com a miniestaquia estão a melhor nutrição das plantas matrizes e a juvenilidade dos propágulos utilizados.

A adubação das plantas matrizes é determinante na condição nutricional dos propágulos, sendo responsável pela quantidade de carboidratos e auxinas, entre outros compostos metabólicos fundamentais para a iniciação e para a velocidade de formação de raízes, sendo que nutrientes envolvidos nos processos metabólicos de desdiferenciação e formação de meristemas são essenciais para formação de raízes adventícias (Cunha et al., 2009). A juvenilidade das plantas matrizes é um fator importante especialmente para espécies de difícil enraizamento, pois à medida que aumenta a idade da planta, há elevação dos níveis de inibidores e diminuição de cofatores de enraizamento (Fachinello et al., 2005).

Dessa forma, possivelmente a melhor condição nutricional das plantas matrizes, aliada a condição de juvenilidade fisiológica foram os principais responsáveis pelo aumento das porcentagens de enraizamento observados neste trabalho, em relação aos propágulos coletados *in situ*.

A porcentagem de enraizamento de *C. aurea* também variou em função da dose de nitrogênio aplicada às minicepas, apresentando comportamento linear decrescente (Figura 5). Comportamento diferente foi observado em *Eugenia uniflora* onde a adubação nitrogenada não influenciou no enraizamento (Lattuada et al., 2016) e do verificado em clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, onde o enraizamento de miniestacas apresentou comportamento linear crescente, em função das doses de nitrogênio aplicadas, atingindo valor superior a 90% com a dose de 0,24 g L⁻¹, 30% superior em relação a testemunha (sem nitrogênio) (Rocha et al., 2015).

O enraizamento pode ser melhorado controlando a adubação nitrogenada nas plantas matrizes, de forma que novas brotações não sejam estimuladas nos propágulos pelos altos níveis de nitrogênio. Este controle evita que a formação de raízes adventícias concorra com o crescimento da parte aérea por carboidratos, nutrientes e hormônios (Hatmann et al., 2011). Neste sentido, a adubação nitrogenada em excesso pode apresentar efeito negativo sob a rizogênese, como verificado para *C. aurea*, em que houve diminuição da taxa de enraizamento com aumento das doses de nitrogênio, onde a maior dose testada (3,60 g L⁻¹) teve 21% a menos de rizogênese em relação ao tratamento com ausência do elemento.

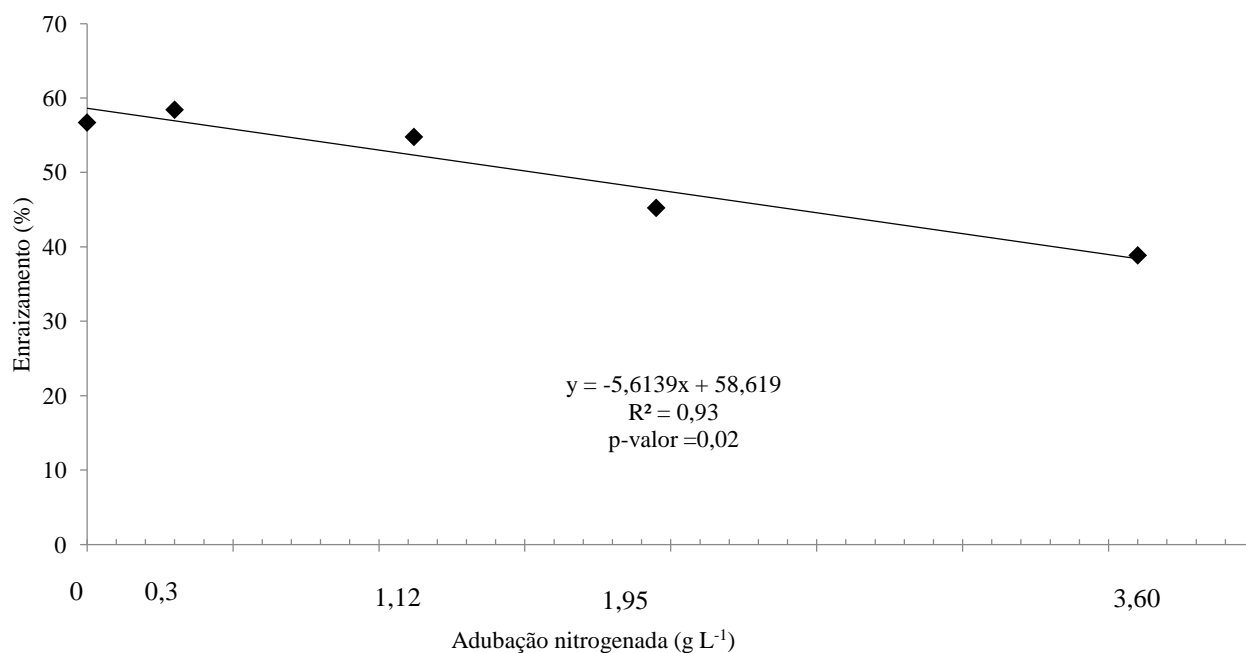


Figura 5. Enraizamento de miniestacas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a diferentes doses de adubação nitrogenada nas minicepas. UFRGS, Porto Alegre, 2016

Para massa seca de raiz foi observado que estacas de *C. aurea* coletadas durante o período do outono tiveram menor desenvolvimento quando comparado com as coletas no inverno, primavera e verão. Resultado semelhante ao observado para *Eugenia uniflora* em que houve maior número, comprimento e massa seca de raiz nas estacas coletadas no inverno e primavera, o que foi relacionado com a época de coleta e também a condição nutricional das plantas matrizes (Peña Peña et al., 2011). Resultado também similar ao obtido para *Piptocarpha angustifolia* em que o maior número e comprimento médio de raízes foram observados no inverno (Ferriani et al., 2011).

Embora os resultados de enraizamento encontrados neste estudo, próximo a 60%, tenham sido superiores aos obtidos com estacas coletadas *in situ* de no máximo 28%, existem alguns fatores que ainda podem ser estudados, por exemplo, a seleção de genótipos mais aptos ao enraizamento. Foi visualizada grande variabilidade na formação do sistema radicular de miniestacas originadas de minicepas submetidas a um mesmo tratamento de adubação e morfológicamente muito semelhantes, indicando que fatores genéticos possam estar atuando, já que as matrizes tiveram origem seminal. Além disso, a forma de condução das minicepas também pode ser aperfeiçoada, deixando-se somente três a quatro ramos iniciais após o desponte, visando melhorar a arquitetura da planta, aumentar a qualidade e produtividade de estacas, já que este manejo não foi adotado neste estudo.

Entretanto, cabe ressaltar que houve avanços importantes no conhecimento da propagação vegetativa da espécie e na metodologia para condução de minijardins de *C. aurea* que podem ser utilizados futuramente para clonagem de materiais com características superiores.

CONCLUSÃO

A sobrevivência de minicepas é influenciada pela adubação nitrogenada e a dose de 1,12 g L⁻¹ de nitrogênio apresenta resultados superiores para produtividade e enraizamento de miniestacas, especialmente quando coletadas no período de primavera e verão.

REFERÊNCIAS

Alfenas, A.C.; Zauza, E.A.V.; Mafía, R.G.; Assis, T.F.; Clonagem e doenças do eucalipto. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.

Altoé, J.A.; Marinho, C.S.; Terra, M.I.C.; Barroso, D.G. Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. *Bragantia*, v. 70, n. 2, p. 312-318, 2011.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000200009>

Brondani G.E.; Wendling, I.; Grossi F.; Dutra, L.F.; Araujo, M.A. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*: sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas em função das coletas e estações do ano. *Ciência Florestal*, v.20, n.3 p.11-21, 2012. <http://dx.doi.org/10.5902/198050982060>

Cavins, T.J.; Whipker, B.E.; Fonteno, W.C.; Harden, B.; Mccall, I.; Gibson, J.L. Monitoring and managing pH and EC using the Pour-Thru Extraction Method. Horticulture Information Leaflet 590, New 7/2000. North Caroline State University, 2000. 17 p.

Cunha, A.C.M.C.M.; Wendling, I.; Souza Júnior, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. *Ciência Florestal*, v.18, n.1, p.85-92. 2008.
<http://dx.doi.org/10.5902/19805098513>

Cunha, A.C.M.C. M.; Paiva, H.N.; Xavier, A.; Otoni, W.C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n. 58, p. 35-47, 2009. <http://dx.doi.org/10.4336/2009.pfb.58.35>

Dias, P.C.; Oliveira, L.S.; Xavier, A.; Wendling, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 32, n. 72, p. 453-462, 2012a. <http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.72.453>

Dias, P.C.; Xavier, A.; Oliveira, L.S.; Paiva, H.N.; Correia, A.C.G. Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de Angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. *Revista Árvore*, v.36, n.3, p. 389-399, 2012b. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000300001>

DOLE, J. M.; *Floriculture: Principles and species*. 2ª ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005. 1023 p.

Emer, A.A.; Schafer, G.; Avrella, E.D.; Delazeri, M.; Veit, P.A.; Fior, C.S. Influence of indolebutyric acid in the rooting of *Campomanesia aurea* semihardwood cuttings. *Ornamental Horticulture*, v. 22, n. 1, p. 94-100, 2016. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v22i1.855>

Emer, A.A.; Schafer, G.; Fior, C.S. Cutting from *Campomanesia aurea* O. Berg (Myrtaceae): propagule collection and auxin effects. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. No prelo

Fachinello, J.C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J.C. Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221 p.

Ferriani, A.P.; Zuffellato-Ribas, K.C.; Helm, C.V.; Boza, A.; Wendling, I.; Koehler, H.S. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n.31, p. 257-264, 2011. <http://dx.doi.org/10.4336/2011.pfb.31.67.257>

Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies, F.T.; Geneve, R.L. *Plant propagation: principles and practices*. Upper Saddle River: Prentices Hall, 2011. 915 p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso em: 05 fev., 2017.

Kerbaury, G.B. *Fisiologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 431 p.

Larcher, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa, 2000. 531 p.

Lattuada, D.S.; Altmann T.; Back, M.M.; Lourosa, G.V.; Souza, P.V.D. Dosis del nitrógeno en el abonado de minijardin clonal de pitangueras (*Eugenia uniflora*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.38, n. 3, p. 1-7, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945201631>

Lorenzi, H.; Bacher, L.; Lacerda, M.; Sartori, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640 p.

Peña-Peña, M.L.; Zanette, F.; Biasi, L.A. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitangueira. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 5, p. 3055-3068, 2015. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p3055>

Rocha, J.H.T.; Backes, C.; Borelli, K.; Prieto, M.R.; Santos, A.J.M.; Godinho, T.O. Produtividade do minijardim e qualidade de miniestacas de um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (I-224) em função de doses de nitrogênio. *Ciência Florestal*, v. 25, n. 2, p. 273-279, 2015. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509818411>

Rosa, L.S.; Wendling, I.; Grossi, F.; Reissmann, C.B.; Efeito da dose de nitrogênio e de formulações de substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Revista Árvore*, v. 33, n.6, p. 1025-1035, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000600005>

Stumpf, E.R.T. Cores e formas no Bioma Pampa: plantas ornamentais nativas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 272 p.

Xavier, A.; Santos, G. A.; Wendling, I.; Oliveira, M. L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000200003>

Xavier, A.; Wendling, I.; Silva, R.L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. Viçosa, UFV, 2013. 279 p.

10 CAPÍTULO 7

Fertilizante de liberação controlada no crescimento de mudas de *Campomanesia aurea*

O. Berg

(Manuscrito formatado de acordo às normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

1 **Fertilizante de liberação controlada no crescimento de mudas de *Campomanesia aurea***

2 **O. Berg**

3

4 Resumo - *Campomanesia aurea* é nativa do Bioma Pampa que possui potencial ornamental.
5 O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de mudas e a concentração foliar de
6 nutrientes de *C. aurea* submetidas a doses de fertilizante de liberação controlada (FLC).
7 Foram utilizadas as dose de FLC de: 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 g L⁻¹ de substrato. Após 270 dias
8 avaliou-se características de crescimento e concentração foliar de nutrientes. Utilizou-se
9 delineamento blocos ao acaso e os dados foram submetidos à ANOVA e analisados por
10 regressão e teste de Tukey. Para altura, diâmetro de colo, número de ramificações, o ponto de
11 máxima resposta foi com a concentração de 6,8, 6,6, 6,9 g L⁻¹ de FLC, respectivamente. Para
12 área foliar, clorofila, a massa seca da parte aérea e de raiz verificou-se respostas crescente até
13 7,8, 8,0, 8,1, e 6,2, g L⁻¹, respectivamente. Houve comportamento quadrático crescente para a
14 maioria dos nutrientes, com exceção de Cu e Mn, que foi linear crescente. A aplicação de
15 FLC entre 7 e 8 g L⁻¹ apresenta efeitos positivos sobre características de crescimento de
16 mudas de *C. aurea* de importância ornamental e apresentou resultados superiores na
17 concentração de nutrientes foliar.

18

19 Palavras chave: Myrtaceae, Ornamental nativa, Análise foliar de nutrientes.

20

21 **Controlled release fertilizer used for the growth of *Campomanesia aurea* O. Berg**

22 **seedlings**

23

24 Abstract - *Campomanesia aurea* is native to the Pampa Biome and have ornamental
25 potential. The objective of this study is to evaluate the growth of seedlings and the *C. aurea*

26 and leaf concentration of nutrients submitted to doses of controlled release fertilizer (CRF).
27 Were used CRF doses of 0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0 g L⁻¹ of substrate. After 270 days growth
28 characteristics and foliar nutrient concentration were were evaluated. We used a completely
29 randomized block design and data were submitted to ANOVA and analyzed by Tukey and
30 regression tests. For height, base diameter and number of stems, the point of maximum
31 response was at the concentration 6.8, 6.6 and 6.9 g L⁻¹ CRF, respectively. For leaf area,
32 chlorophyll, shoot and root dry matter we verified positive responses up to the concentration
33 7.8, 8.0, 8.1 and 6,2 g L⁻¹, respectively. There was a positive quadratic behavior for most
34 nutrients, with the exception of Cu and Mn, which linearly increased. The application of CRF
35 between 7 and 8 g L⁻¹ shows positive effects on growth characteristics in *C. aurea* seedlings
36 of ornamental importance and presented higher results in the concentration of foliar nutrients.

37

38 Keywords: Myrtaceae, Native ornamental, Nutrient leaf analysis.

39

40

Introdução

41

42 *Campomanesia aurea* O. Berg é um subarbusto campestre nativo do Bioma Pampa,
43 que pertence à família Myrtaceae, conhecido como guabirobinha-do-campo. A espécie se
44 apresenta várias ramificações com altura geralmente inferior a um metro (Reitz, 1977). Possui
45 potencial ornamental para uso em vasos ou jardins devido ao pequeno porte, formato irregular
46 da planta, floração intensa e aromática (Stumpf, 2009) que se estende de outubro a janeiro
47 (Reitz, 1977; Lorenzi, 2006).

48 A tendência de utilização e valorização das espécies da flora nativa como plantas
49 ornamentais esbarra em alguns entraves, dentre eles a falta de mudas disponíveis para a
50 comercialização e uso. Um dos principais fatores para a produção é a utilização adequada de

51 fertilizantes químicos e adubações equilibradas que permitam o rápido desenvolvimento das
52 mudas e sua viabilidade técnica e econômica, contudo essa informação é escassa para a
53 maioria das espécies nativas.

54 A quantidade de nutrientes adicionada ao substrato é um dos principais fatores a serem
55 considerados no desenvolvimento inicial de mudas (Lana et al., 2010). As formas mais
56 comuns de aplicação da adubação em viveiros são através do uso de fertirrigação periódica ou
57 de adubação de base com fertilizante sólidos de alta solubilidade e/ou de liberação controlada.
58 Alguns trabalhos que comparam diferentes tipos de adubação comprovam a maior eficiência
59 dos fertilizantes de liberação controlada quando comparados aos adubos solúveis para
60 produção de mudas de *Bauhinia forficata* (Behling et al., 2013), *Guazuma ulmifolia*, *Croton*
61 *floribundus*, *Peltophorum dubium*, *Gallesia integrifolia* e *Myroxylon peruiferum* (Morais
62 Neto et al., 2003).

63 Os fertilizantes de liberação controlada apresentam tempo de liberação variada, que é
64 influenciada pelo material de revestimento, e, principalmente, pela umidade e temperatura do
65 ambiente (Dole e Wilkins, 2005). A característica de liberação gradual dos nutrientes é
66 interessante para produção de mudas, especialmente para espécies de crescimento lento,
67 garantindo a nutrição e evitando perda de nutrientes durante o ciclo, visto que a capacidade de
68 absorção de nutrientes pela planta, entre outros fatores, também varia de acordo com a
69 temperatura e a disponibilidade hídrica. A temperatura influencia a permeabilidade das
70 membranas celulares, que podem ser alteradas de um estado de grande fluidez até gel-
71 cristalino, afetando a absorção de íons e a respiração celular, enquanto que a disponibilidade
72 hídrica é responsável por solubilizar e transportar os íons até as raízes (Kerbaudy, 2013).

73 A concentração de nutrientes nos tecidos vegetais varia, entre outros fatores, com as
74 condições climáticas e o estágio fisiológico. A folha é a parte que melhor expressa o estado

75 nutricional das plantas e pode ser utilizada para verificar se o nutriente aplicado no solo ou
76 substrato foi eficientemente absorvido (Floss, 2011).

77 Neste contexto, o conhecimento a respeito da dosagem adequada a ser utilizada para
78 cada espécie, evitando fitotoxidez, pelo uso inadequado, e também redução do crescimento
79 das mudas por falta de nutrientes disponíveis (Gomes & Paiva, 2013). Trabalhos com adubo
80 de liberação controlada ainda não foram encontrados para o gênero *Camponanesia*. Assim, o
81 objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de mudas e a concentração foliar de nutrientes
82 de *C. aurea* submetidas a doses de fertilizante de liberação controlada.

83

84

Material e Métodos

85

86 O experimento foi conduzido em estufa agrícola pertencente ao Departamento de
87 Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio
88 Grande do Sul, em Porto Alegre, RS (30°04'26''S e 51°08'7''W).

89 Foram utilizadas plantas obtidas por sementes coletadas no município de Barão do
90 Triunfo, RS (30° 18' 136'' S e 51° 50' 282" W), que apresenta clima do tipo Cfa – Clima
91 temperado úmido com verão quente, conforme a classificação de Köppen, o solo é tipo
92 Neossolo Litólico (Streck et al., 2002), o relevo local varia de ondulado a forte-ondulado e a
93 vegetação da região é uma associação de Floresta Estacional Semidecidual com áreas de
94 estepe.

95 Os frutos foram coletados em fevereiro de 2016 de aproximadamente 50 matrizes com
96 características compatíveis com as descritas para a espécie e visualmente em bom estado
97 fitossanitário. Em cada planta foram colhidos somente os frutos que apresentavam
98 visualmente cor mais próxima ao verde claro e/ou tinham polpa com menos firmeza. Os
99 frutos mantidos em laboratório sob bancada e temperatura ambiente por cerca de três dias

100 para amolecimento da polpa e retirada das sementes. As sementes foram retiradas dos frutos
101 manualmente e lavadas em água corrente para a retirada da polpa. Imediatamente após a
102 extração das sementes dos frutos, foi realizada a semeadura em bandejas de poliestireno
103 expandido de 72 células (50 cm^3) preenchidas com substrato comercial à base de turfa,
104 utilizando uma semente por célula e profundidade de aproximadamente um centímetro. Após
105 aproximadamente 60 dias da semeadura, as mudas contendo de 2 a 3 pares de folhas
106 desenvolvidas e entre 5 a 8 cm de altura foram transplantadas para embalagens de polietileno
107 pretas com 2 L de capacidade contendo casca de pinus compostada e os diferentes tratamentos
108 de adubação.

109 O substrato utilizado apresentava densidade seca de 438 Kg m^{-3} , porosidade total de
110 64,70%, condutividade elétrica (CE) 1:5 de $0,51 \text{ mS cm}^{-1}$ e $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ de 6,69. Para os
111 tratamentos de adubação utilizou-se fertilizante de liberação controlada de marca comercial
112 Basacote[®] 9M (16-8-12) que contém 16% N total, (8,6% de N na forma amoniacal e 7,4% de
113 N na forma nítrica), 8% de P_2O_5 , 12% de K_2O , 2% de MgO , 12% de SO_3 , 0,02% de B, 0,05%
114 de Cu, 0,4% de Fe, 0,06% de Mn, 0,015% de Mo, 0,02% de Zn, com granulometria de 2 a 4
115 mm e duração efetiva de 8 a 9 meses. Utilizou-se as dosagens: de zero (testemunha), 2,5; 5,0;
116 7,5 e $10,0 \text{ g L}^{-1}$ misturadas ao substrato antes do preenchimento dos recipientes. A mistura da
117 adubação no substrato e o enchimento das embalagens plásticas foram realizados
118 manualmente. Não foi realizada adubação de cobertura e a irrigação foi realizada por
119 gotejamento e manejada ao longo do experimento conforme a necessidade das plantas, sendo
120 monitorada diariamente.

121 A temperatura média durante a condução do experimento foi obtida da Estação
122 Meteorológica Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a cidade de
123 Porto Alegre (Figura 1)

124 Em janeiro de 2017, aos 270 dias (9 meses) após o transplante foram avaliados a
 125 sobrevivência, altura das mudas, número de ramificações, diâmetro de colo, área foliar, índice
 126 de clorofila, massa seca parte aérea e de raízes, índice de qualidade de Dickson (IQD) e
 127 concentração foliar de nutrientes.

128 Para determinação da altura de mudas foi utilizada régua milimetrada medindo-se a
 129 distância do colo até a gema apical. Foram consideradas ramificações as hastes originadas do
 130 caule principal e o diâmetro foi determinado na altura do colo da planta utilizando paquímetro
 131 digital (0,01 mm). A área foliar foi determinada separando-se as folhas das ramificações e
 132 utilizando-se o equipamento LI-3100C.

133 O índice de clorofila Falker foi mensurado com o auxílio de um clorofilômetro da
 134 marca comercial ClorofiLOG modelo CFL1030 da Falker®, sendo realizadas quatro leituras
 135 distribuídas nas diferentes alturas da planta em folhas plenamente expandidas. A relação entre
 136 clorofila a e clorofila b foi obtida pela divisão dos dados referentes à avaliação.

137 Para a determinação da massa seca, a parte aérea foi separada do sistema radicular,
 138 acondicionados separadamente em sacos de papel para secagem em estufa a 65° C até atingir
 139 peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança semianalítica.

140 O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (Gomes e Paiva, 2013) foi calculado pela
 141 seguinte fórmula:

$$IQD = \frac{PMST}{\frac{H}{DC} + \frac{PMSPA}{PMSR}}$$

142 Em que:

143 PMST – Peso Massa Seca Total (g)

144 H – Altura da parte aérea (cm)

145 DC – Diâmetro do Coleto (mm)

146 PMSPA – Peso Massa Seca Parte Aérea

147 PMSR – Peso Massa Seca Sistema Radicular

148

149 Após a determinação da massa seca, todas as folhas foram encaminhadas para o
150 Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto
151 Alegre, RS, para determinação das concentrações de nitrogênio (N) (Kjeldahl), fósforo (P),
152 potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe),
153 manganês (Mn) (Digestão úmida nitro-perclórica) e boro (B) (Digestão seca) (Tedesco et al.,
154 1995).

155 O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com cinco tratamentos e
156 quatro repetições, sendo cada parcela constituída por oito plantas. Os dados obtidos foram
157 submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando verificada significância, as médias
158 foram analisadas por regressão e teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

159

160 **Resultados e Discussão**

161

162 Foi observada mais de 95% de sobrevivência de mudas ao final do experimento (dados
163 não apresentados). O uso de fertilizantes de liberação controlada na fase de formação de
164 mudas de *C. aurea* teve efeito significativo em todas as avaliações morfológicas realizadas. A
165 altura das mudas não foi influenciada pela adubação até 150 dias do transplante, entretanto, a
166 partir dos 180 dias do transplante houve um maior crescimento das mudas com a utilização de
167 dosagens de 10 g L⁻¹ em relação àquelas cultivadas sem de adubação, entretanto não diferindo
168 dos demais tratamentos. Aos 240 e 270 dias após o transplante, houve diferença significativa
169 apenas entre as mudas adubadas com as diferentes doses em relação à testemunha (Figura 2).

170 Possivelmente esses resultados estejam associados não somente com as doses de
171 adubação, mas também por se tratar de uma espécie de porte arbustivo, de crescimento

172 relativamente lento e das condições climáticas predominantes logo após o transplante da
173 mudas para casa de vegetação, em que as temperaturas médias variaram entre 11,5 e 16,3 °C,
174 no período de maio a setembro, quando não foram observadas diferenças entre as doses de
175 fertilizante.

176 Ao final das avaliações (270 dias), pela análise de regressão verificou-se que para
177 altura de mudas de *C. aurea* a concentração de 6,8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada
178 foi a mais eficiente, com altura estimada em pouco mais de 25 cm (Figura 3A). Esta altura
179 pode ser considerada adequada para uso tanto como planta de jardim, quanto para sua
180 utilização em vasos pequenos, pois as mudas já apresentam desenvolvimento da parte aérea
181 capaz de causar um efeito visual ao ambiente e sistema radicular bem formado, possibilitando
182 sua sobrevivência após o transplante para local definitivo.

183 Para *Eugenia uniflora*, espécie da mesma família, a altura de muda teve maiores
184 incremento quando utilizou-se 3 e 9 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta (Elli et al., 2013).
185 Para *E. involucrata* houve resposta em altura até a maior dose de fertilizante de liberação
186 controlada testada 12 g L⁻¹ fertilizante (Rorato et al., 2016), havendo portanto, diferenças
187 entre espécies nativas da mesma família que ocorrem em uma mesma região fitossociológica.
188 Essa variação também é observada para espécies de diferentes estágios sucessionais, sendo
189 que quanto maior a taxa de crescimento e maior a capacidade de absorção de nutrientes da
190 espécie (Gonçalves et al., 2000).

191 Para o gênero *Eucalyptus*, também pertencente à família Myrtaceae, as respostas à
192 aplicação de fertilizante de liberação controlada variam conforme a espécie. Para altura de
193 mudas de *E. dunnii* a concentração de máxima eficiência técnica foi de 5,26 g L⁻¹ de
194 fertilizante de liberação controlada para tubetes de 110 cm³ (Navroski et al., 2016). Resultado
195 semelhante foi observado para *E. urophylla* × *E. grandis*, que enquadrou-se no padrão de
196 qualidade para o gênero, entre 20-35 cm de altura, a partir da dose de 4 g L⁻¹ de fertilizante de

197 liberação controlada, independente do substrato utilizado (Silva et al., 2013). Já para *E.*
198 *saligna*, concentrações entre 1,6 e 1,8 g L⁻¹ foram suficientes para alcançar as maiores alturas,
199 de cerca de 15 cm (Lana et al., 2010), valores inferiores aos verificados para *C. aurea*.

200 A altura da parte aérea é considerada um dos mais importantes parâmetros para
201 estimar o crescimento inicial das mudas no campo, porém, pode apresentar variações em
202 função da espécie e dos métodos de produção utilizados no viveiro, por isso deve ser
203 combinada com outros parâmetros, como diâmetro do colo e produção de massa seca, para
204 melhor estimar a qualidade das mesmas (Gomes e Paiva, 2013).

205 Para o número de ramificações e diâmetro de colo o ponto de máxima resposta foi nas
206 concentrações de 6,9 e 6,6 respectivamente, produzindo 4,5 ramificações com diâmetro médio
207 do colo de 3,7 mm (Figura 3B e 3C). No caso da *C. aurea*, o número de ramificações e o
208 diâmetro de colo são importantes, pois origina uma planta mais compacta e com maior
209 sustentação, proporcionando um efeito visual mais interessante às plantas para uso
210 ornamental.

211 Para *Eugenia uniflora* a dose de 3 g L⁻¹ foi a que proporcionou resultados superiores
212 para diâmetro de coleto (Elli et al., 2013). Em *E. involucrata* houve crescimento superior em
213 diâmetro do caule quando usado 9 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada (Rorato et al.,
214 2016). Em *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* o maior diâmetro do colo (3,6 mm) foi
215 encontrado em concentração de adubo de liberação controlada de aproximadamente 6,7 g L⁻¹
216 (Silva et al., 2013), semelhante ao verificado para *E. dunnii* onde a dose de máxima eficiência
217 técnica foi de 5,42 g L⁻¹ para o tubete de 110 cm³ e 6,63 g L⁻¹ para o tubete de 55 cm³
218 (Navroski et al., 2016). O diâmetro do colo é uma análise não destrutiva que relaciona-se com
219 a sobrevivência após o plantio de mudas, sendo uma das melhores avaliações morfológicas
220 para caracterizar a qualidade de mudas (Gomes e Paiva, 2013), e em caso de plantas
221 arbustivas como *C. aurea* permite melhor sustentação dos ramos.

222 Para área foliar foi verificada resposta positiva até a dose estimada de $7,8 \text{ g L}^{-1}$ (Figura
223 3D). A área foliar é uma característica importante para plantas ornamentais, visto que em
224 equilíbrio com a presença de flores e ramos garantem a estética das plantas utilizadas com
225 esta finalidade. Além disso, a área foliar pode ser utilizada como um parâmetro para estimar o
226 crescimento vegetal, pois tem relação com a fotossíntese, respiração e acúmulo de massa seca
227 pelas plantas. A interceptação de luz tem aumento quase linear em função do aumento da área
228 foliar (Kerbaudy, 2013).

229 Além da área foliar, a capacidade fotossintética das plantas, é dependente dos teores
230 de clorofila, que são os principais pigmentos fotossintéticos responsáveis pela absorção de
231 fótons de luz, principalmente nos comprimentos de onda nas bandas do azul e do vermelho
232 (Kerbaudy, 2013). Plantas que apresentam menor relação clorofila a/b são mais eficientes na
233 captação de luz, pois isso garante que a planta consiga aproveitar melhor a radiação solar em
234 momentos que esta não se apresenta tão intensa, resultando possivelmente, em maior taxa
235 fotossintética (Cancellier et al., 2011). Neste sentido, foi observado no presente trabalho que a
236 relação clorofila a/b ficou próxima a três, independente do tratamento, o que sugere um
237 aumento proporcional das duas clorofilas com o acréscimo da adubação até $8,0 \text{ g L}^{-1}$ de
238 fertilizante, concentração na qual obtiveram-se os maiores índices de clorofila a (28,8) e b
239 (10,1) (Figura 4A e 4B).

240 Para *Eugenia uniflora* o teor de clorofila também se comportou de forma crescente
241 frente ao aumento das doses de adubo de liberação lenta (Elli et al., 2013). Já em *Apuleia*
242 *leiocarpa* houve comportamento quadrático, em que concentrações superiores a $6,32 \text{ g L}^{-1}$
243 tiveram efeitos negativos no índice de clorofila (Pias et al., 2013). A deficiência de clorofila
244 ocasiona redução na intensidade fotossintética e conseqüentemente no desenvolvimento das
245 plantas. Isso colabora com os resultados observados no presente trabalho, em que
246 concentrações de fertilizante de liberação controlada até dosagens próximas a 8 g L^{-1}

247 apresentaram maiores índices de clorofila a e b e proporcionaram respostas positivas também
248 para maior área foliar e massa seca de parte aérea.

249 Para a matéria seca da parte aérea, a concentração de 8,1 g L⁻¹ apresentou resultados
250 superiores para essa avaliação, enquanto que para massa seca de raiz o fertilizante apresentou
251 respostas positivas até 6,2 g L⁻¹ (Figura 5A e 5B). Resultado semelhante foi observado para
252 *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* onde a maior produção de massa seca aérea e radicular
253 ocorreu em concentrações de 8,0 e 5,4 g L⁻¹ de adubo de liberação lenta, respectivamente
254 (Silva et al., 2013) e *E. dunnii* onde concentrações superiores a 5 g L⁻¹ causaram redução no
255 comprimento de raízes (Navroski et al., 2016). Da mesma forma, outro estudo com esta
256 mesma espécie mostrou aumento de até 53% na massa seca aérea com o aumento da dose de
257 fertilizante de 2 para 8 g L⁻¹, e de apenas 33% para massa seca de raiz (Silva et al., 2014).

258 As raízes são os órgãos que ficam em contato direto com o substrato e os fertilizantes
259 incorporados a ele, ficando mais predispostas a serem afetadas por este ambiente do que a
260 parte aérea das plantas (Silva et al., 2013), em caso de desequilíbrio nutricional ou excesso de
261 adubação. Essa informação colabora com os resultados encontrados no presente trabalho, no
262 qual as dose de máxima eficiência para o crescimento da parte aérea foi superior àquela
263 verificada para o sistema radicular. Entretanto, cabe ressaltar que em caso de desequilíbrio
264 nutricional, falta ou excesso de nutrientes, tanto a parte aérea quanto o sistema radicular são
265 prejudicados.

266 A combinação da altura, diâmetro do colo e produção de massa seca fornecem
267 informações do padrão de qualidade de mudas (Gomes e Paiva, 2013). Dessa forma, os dados
268 referentes ao IQD estão similares a estas variáveis que em doses superiores a 7 g L⁻¹ causam
269 diminuição do desenvolvimento (Figura 4D).

270 Para análise foliar de nutrientes, foi observado comportamento quadrático crescente do
271 nitrogênio nas plantas com o aumento da concentração até 8,2 g L⁻¹ de fertilizante, semelhante

272 ao verificado para os teores de clorofila (8,0) (Figura 6). O ferro e o magnésio tiveram
273 comportamento semelhante ao observado para o nitrogênio, entretanto as doses de máxima
274 eficiência foram estimadas em 5,9 e 6,5 g L⁻¹, respectivamente. A síntese de clorofila é
275 dependente de fatores genéticos, de luminosidade e nutricionais, em especial de nitrogênio,
276 magnésio e ferro (Floss, 2011).

277 Para os demais elementos as concentrações de máximo acúmulo nas plantas para
278 fósforo (7,2 mg L⁻¹), potássio (8,9 mg L⁻¹), cálcio (7,9 mg L⁻¹), enxofre (7,9 mg L⁻¹), zinco
279 (8,3 mg L⁻¹) e boro (7,1 mg L⁻¹), foram semelhante as observadas para massa seca aérea, área
280 foliar e teor de clorofila. A taxa de crescimento das plantas em função de qualquer elemento
281 químico segue basicamente um mesmo padrão, onde tem-se: a zona de deficiência, em que o
282 crescimento da planta aumenta consideravelmente a medida que o elemento é fornecido em
283 maior quantidade, - a zona adequada, onde o aumento do nutriente não afeta
284 consideravelmente o crescimento, que representa o consumo de luxo pela planta, no qual
285 ocorre o armazenamento nos vacúolos do elemento, sendo uma faixa relativamente ampla
286 para os macronutrientes e mais restrita para os micronutrientes, e por fim a zona tóxica, em
287 que o aumento demasiado de qualquer elemento leva a toxidade e a reduz o crescimento
288 (Salisbury e Ross, 2012).

289 Dessa forma, pelos dados obtidos no presente trabalho, o cobre e o manganês seriam
290 os únicos nutrientes que poderiam apresentar concentrações superiores no tecido foliar se
291 disponibilizados em maiores concentrações no substrato, já que apresentaram comportamento
292 linear crescente. Porém, o manganês independente da dose aplicada está em concentração no
293 tecido foliar considerada adequada para a maioria das culturas, ao contrário do cobre que
294 ficou abaixo do necessário (Floss, 2011; Salisbury & Ross, 2012) (Dados não apresentados).
295 A baixa concentração de cobre encontrada nas plantas pode estar relacionada à baixa
296 quantidade fornecida pela fertilizante, aliado origem orgânica do substrato utilizado, que pode

297 ter causado limitação da disponibilização do nutriente à planta, já que este nutriente é
298 fortemente adsorvido pela matéria orgânica (Kerbaudy, 2013).

299 Em *Parapiptadenia rigida* a maior dose de fertilizante de liberação controlada testada
300 (12 g L^{-1}) foi a responsável pelo maior concentração de nutrientes na parte aérea das plantas,
301 entretanto, doses superiores a 9 g L^{-1} causou diminuição na maioria das características
302 morfológicas avaliadas. Assim, para esta espécie as concentrações de nutrientes foliar que
303 proporcionaram maior taxa de crescimento foram 20,25; 1,64; 8,00; 5,08; 2,70; e $1,12 \text{ g kg}^{-1}$
304 de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, respectivamente. Enquanto que
305 para os micronutrientes foram observados 16,53; 2,98; 58,26; 60,90 e 29, 71 mg kg^{-1} de boro,
306 cobre, ferro, manganês e zinco, respectivamente (Gaparin et al., 2015).

307 A maioria das espécies nativas cresce em solos de baixa fertilizante e suas demandas
308 nutricionais são baixas quando comparadas às espécies cultivadas, mostrando boa capacidade
309 competitiva em seu habitat natural (Salisbury e Ross, 2012). Porém, é possível acelerar o
310 desenvolvimento dessas espécies com o aumento da disponibilidade de nutrientes, como visto
311 em *C. aurea*, onde foram observados acréscimos em todas as variáveis analisadas com o uso
312 de fertilizante de liberação controlada em relação à testemunha.

313 Essa informação reforça a importância de estudos de adubação, assim como, a
314 determinação de dosagens adequadas buscando a máxima eficiência técnica, permitindo
315 otimizar os recursos referentes aos custos de produção, reduzir o tempo das plantas em
316 viveiro e proporcionar o uso racional de fertilizantes. Somada a isso, a análise foliar de
317 nutrientes é uma estratégia interessante para determinar a absorção e o acúmulo de cada
318 nutriente, permitindo o uso de quantidades e formulações mais próximas às necessidades de
319 cada espécie.

320 Considerando as avaliações de crescimento realizadas neste estudo que apresentaram
321 maior importância nas características para uso de *C. aurea* como ornamental, de altura,

322 número de hastes, área foliar, massa seca da parte aérea e a concentração foliar de nutrientes,
323 doses entre 7 e 8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada por litro de substrato são
324 adequada para a formação de mudas da espécie.

325

326

Conclusões

327

328 A aplicação de fertilizante de liberação controlada em mudas de *C. aurea* entre 7 e 8 g
329 L⁻¹ de substrato apresenta efeitos positivos sobre as principais características de crescimento
330 de importância ornamental e proporciona resultados superiores na concentração de foliar
331 nutrientes.

332

Referência

333

334

335 BEHLING, A.; PERRANDO, E. R.; BAMBERG, R.; SANQUETTA, C. R.; NAKAJIMA, N.
336 Y. Efeito da nutrição no crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. **Interciencia**, v.
337 38, n. 2, p. 139-144, 2013.

338

339

340 CANCELLIER, E. L.; BARROS, H. B.; KISCHEL, E.; GONZAGA, L. A. M.; BRANDÃO,
341 D. R.; FIDELIS R. R. Eficiência agrônômica no uso de nitrogênio mineral por cultivares de
342 arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.650-656, 2011.

343

344

345 DOLE, J.M.; WILKINS, H.F. **Floriculture: Principles and species**. 2ed. Upper Saddle River:
346 Practice Hall, 2005. 1023 p.

347

348

349 ELLI, E. F.; CARON, B. O.; MONTEIRO, G. C.; PAVAN, M. A.; PEDRASSANI, M.;
350 CANTARELLI E. B.; ELOY, E. Osmocote® no desenvolvimento e comportamento
351 fisiológico de mudas de pitangueira. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.4, p. 377-384, 2013.

352

353

354 FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. 5
355 ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011. 734 p.

356

357

358 GASPARIN, E.; ARAUJO, M. M.; SALDANHA, C. W.; TOLFO, C. V. Controlled release
359 fertilizer and container volumes in the production of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan
360 seedlings. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 37, n. 4, p. 473-481, 2015.

- 361 GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais**: propagação sexuada. Viçosa: Ed. UFV,
362 2011. 116 p.
363
364
- 365 GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAIS NETO, S. P.; MANARA, M. P.
366 Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In:
367 GONÇALVES, L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF,
368 2000. p. 309-350.
369
370
- 371 INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em:
372 <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso em: 05 fev., 2017.
373
374
- 375 KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
376
377
- 378 LANA, M. do C.; LUCHESE, A. V.; BRACCINI, A. de L. Disponibilidade de nutrientes pelo
379 fertilizante de liberação controlada Osmocote e composição do substrato para produção de
380 mudas de *Eucalyptus saligna*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n.1, p. 68 – 81, 2010.
381
382
- 383 LORENZI, H., BACHER, L., LACERDA, M., SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas**
384 **cultivadas (de consumo *in natura*)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora,
385 2006. 640p.
386
387
- 388 MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; RODRIGUES, C. J.; GERES, W. L. A.;
389 DUCATTI, F.; AGUIRRE JR, J. H. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com
390 combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**,
391 v.27, n.6, p.779-789, 2003.
392
393
- 394 NAVROSKI, M. C.; NICOLETTI, M. F.; LOVATEL, Q. C.; PEREIRA, M. O.; TONETT, E.
395 L.; MAZZO, M. V.; MENEGUZZI, A.; FELIPPE, D. Efeito do volume do tubete e doses de
396 fertilizantes no crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista**
397 **Agrarian**, v.9, n.31, p.26-33, 2016.
398
399
- 400 PIAS, O. H. C.; CANTARELL, E. B.; BERGHETTI, J.; LESCHEWITZ, R.; KLUGE, E. R.;
401 SOMAVILLA, L. Doses de fertilizante de liberação controlada no índice de clorofila e na
402 produção de mudas de gráphia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 19-26, 2013.
403
404
- 405 REITZ, P. R. (1977). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues.
406
407
- 408 RORATO, D. G.; ARAUJO, M. M.; DUTRA, A. F.; TURCHETTO, F.; BERGHETTI, Á. L.
409 P.; MIETH, P. Effect of different container volumes and concentration of the controlled

410 release fertilizer in the production of *Eugenia involucrata* DC seedlings. **African Journal of**
411 **Agricultural Research**, v. 11, n. 46, p. 4762-4767, 2016.

412

413

414 SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia das plantas**. 4 ed. São Paulo: Cengage
415 Learning, 2012. 774 p.

416

417

418 SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; ANDRADE, F. R.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas
419 seminais de eucalipto em função dos substratos e fertilização de liberação controlada.
420 **Interciencia**, v. 38, n. 3, p. 215-220, 2013.

421

422

423 SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R.; SIMÕES, D. R. Substrates and controlled-release
424 fertilizations on the quality of Eucalyptus cuttings. Revista **Brasileira de Engenharia**
425 **Agrícola e Ambiental**, v.18, n.11, p.1124–1129, 2014.

426

427

428 STRECK, E. V., KAMPF, N., DALMOLIN, R. S. D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P. C.,
429 SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002. 126
430 p.

431

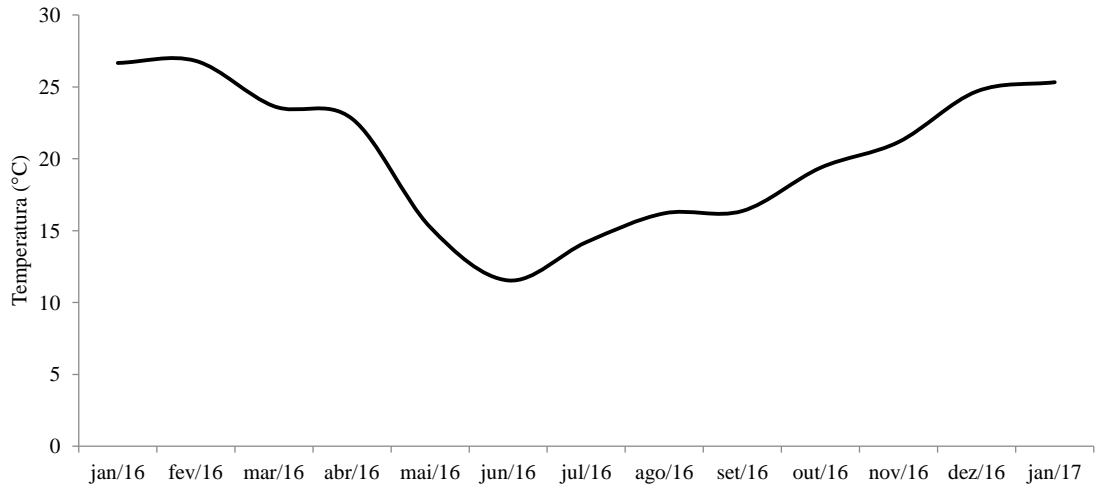
432

433 STUMPF, E. R. T. **Cores e formas no Bioma Pampa**: plantas ornamentais nativas. Pelotas:
434 Embrapa Clima Temperado, 2009. 272 p.

435

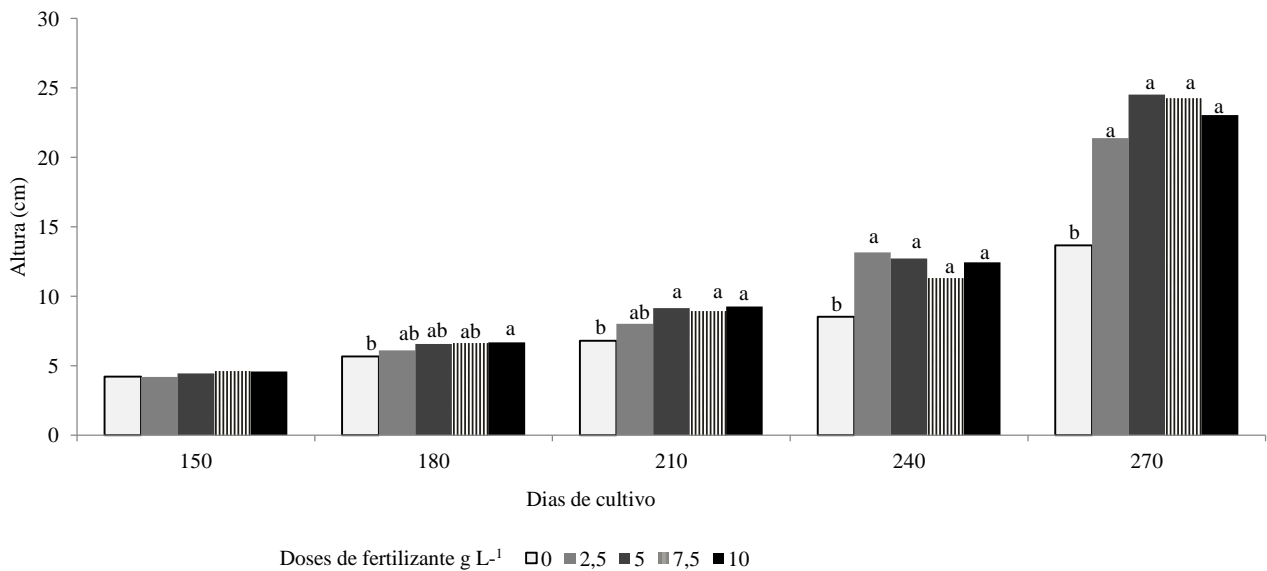
436

437 TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J.
438 **Análises de solo, plantas e outros materiais**. UFRGS - Departamento de Solos, Porto
439 Alegre, 1995.



440

441 **Figura 1.** Temperatura média (°C) de Porto Alegre, RS, obtida da estação do Instituto Nacional de
 442 Meteorologia (INMET).



443

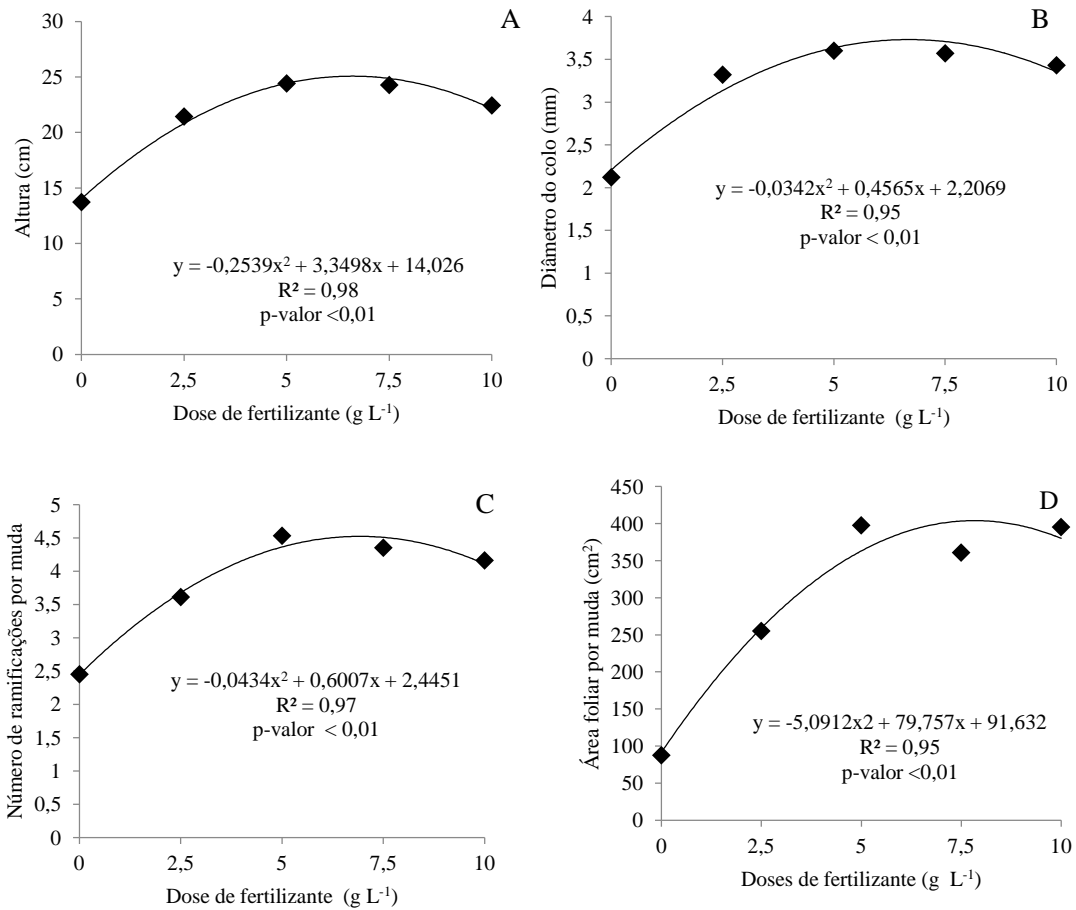
444 **Figura 2.** Altura de mudas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a doses de
 445 fertilizante de liberação controlada ao longo de 270 dias de cultivo. Porto Alegre, 2017.

446 Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

447

448

449



450

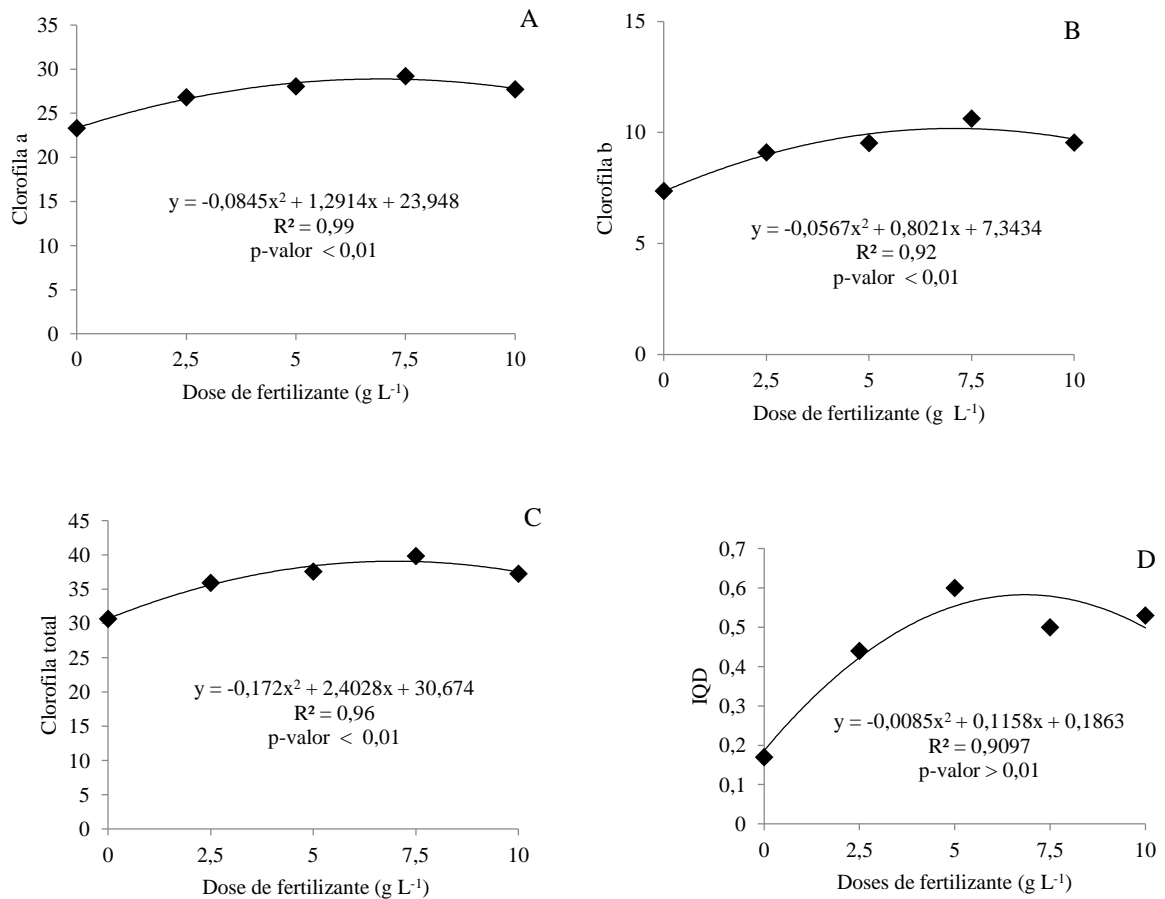
451

452 **Figura 3.** Altura de muda (A), diâmetro do colo (B), número de ramificações (C) e área
 453 foliar (D) de mudas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a doses de fertilizante de
 454 liberação controlada. Porto Alegre, 2017.

455

456

457



458

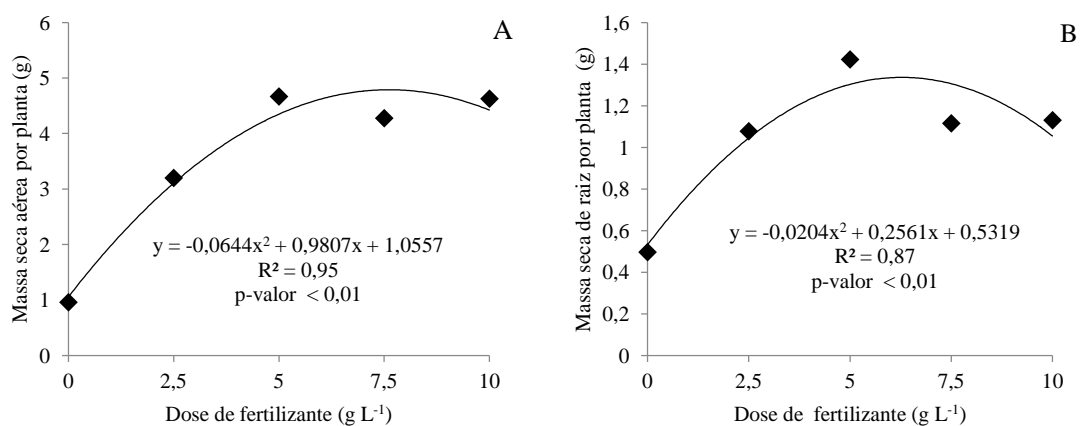
459

460 **Figura 4.** Índice de clorofila Falker a (A), b (B), total (C) e Índice de Qualidade de Dickson

461 (IQD) (D) de mudas de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a doses de fertilizante de

462 liberação controlada. Porto Alegre, 2017.

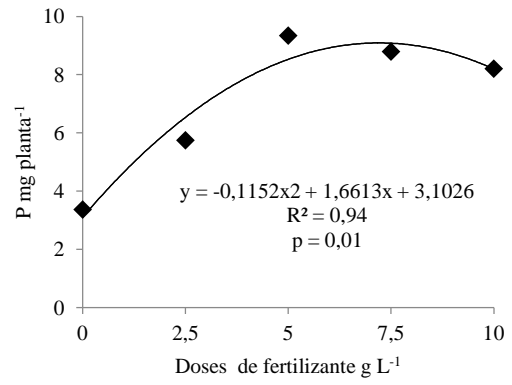
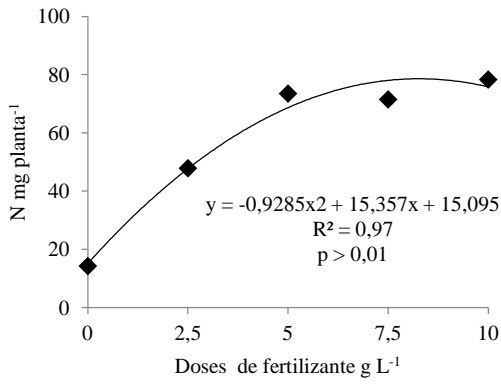
463



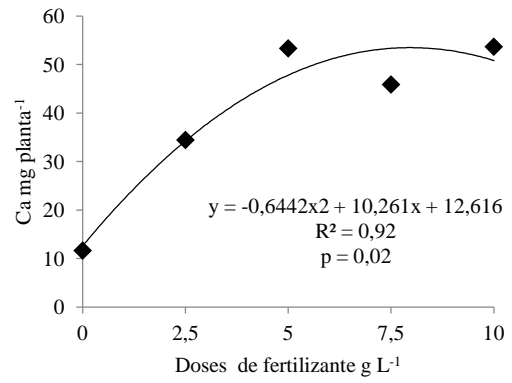
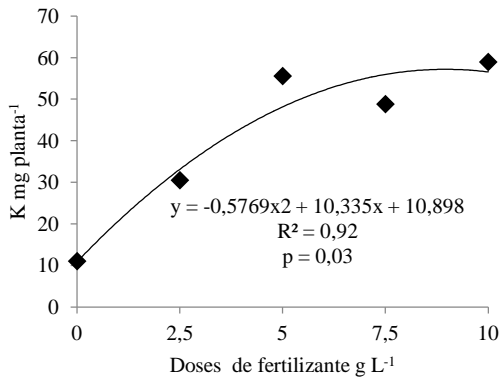
464

465 **Figura 5.** Massa seca da parte aérea (A) e massa seca de raiz (B) de mudas de *Campomanesia*

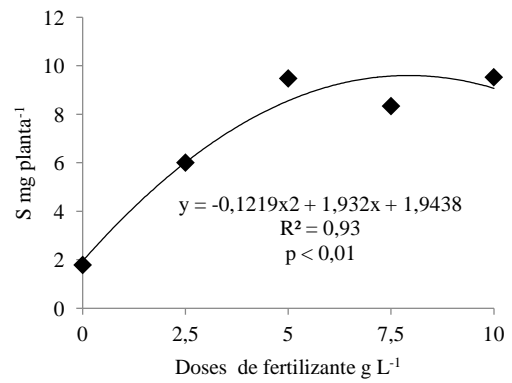
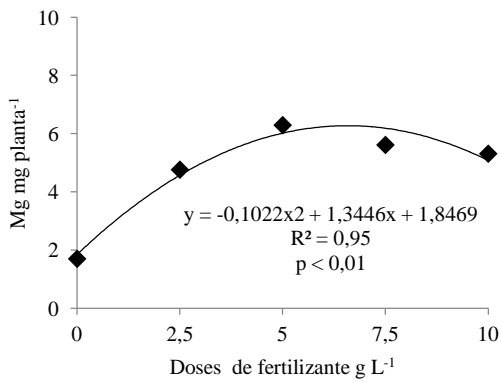
466 *aurea* O. Berg submetidas a doses de fertilizante de liberação controlada. Porto Alegre, 2017.



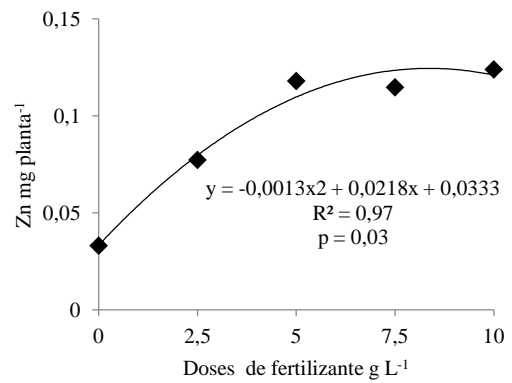
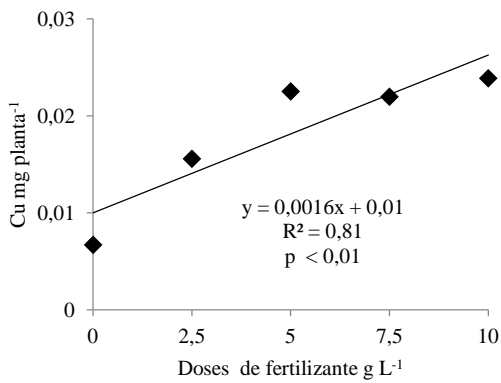
467



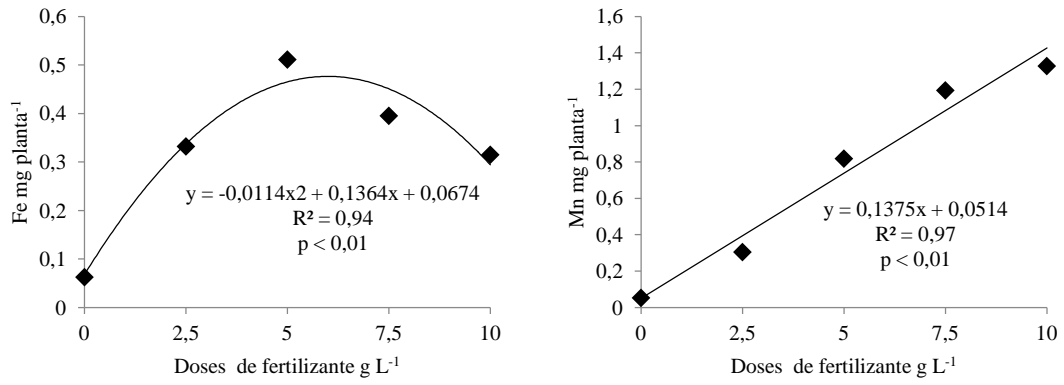
468



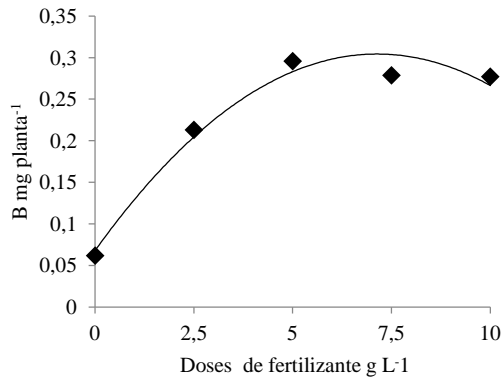
469



470



471



472

473 **Figura 6.** Concentração de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio
 474 (Mg), enxofre (S), cobre (Cu) zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e boro (B) por planta
 475 de *Campomanesia aurea* O. Berg submetidas a doses de fertilizantes de liberação
 476 controlada. Porto Alegre, 2017.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Campomanesia aurea O. Berg demonstra ser uma espécie com potencial para múltiplos usos, podendo ser utilizada como ornamental, frutífera e para recuperação de áreas degradadas.

Seu potencial ornamental fica evidente pelos aspectos da floração intensa, aromática e prolongada, sendo visualizada a campo desde o mês de setembro até março. Os caules são maleáveis quando jovens, possibilitando a criação de trançados e agregando valor ao produto. Além disso, plantas obtidas por estacas de plantas adultas apresentam florescimento já no primeiro ano de cultivo, quando ainda apresentam porte reduzido, possibilitando seu uso como bonsai, já que apresenta crescimento relativamente lento.

A tolerância a podas frequentes, como observado no minijardim durante o experimento, associado à emissão de hastes longas, são características favoráveis para sua utilização em arranjos e decorações florais, desde que cultivadas com tutoramento, visando caules retos e de maior comprimento. O cultivo em vaso se mostrou viável, o que é extremamente interessante para uso em jardins urbanos, como pequenos quintais, varandas e sacadas, valorizando a presença das flores e possibilitando a produção de frutos.

Os frutos, já descritos como comestíveis, revelaram elevado teor de vitamina C, o que comprova seu valor nutricional. Somado a isso, pode ser uma espécie promissora para recuperação de áreas degradadas devido à distribuição em diferentes condições de solo e às características morfológicas de raiz, com a presença de xilopódios, o que sugere a tolerância a períodos de estresse hídrico, mesmo quando jovem. A presença dessas estruturas de reserva possivelmente seja responsável pelo rebrote das plantas, se antecipando à regeneração, comparada a outras espécies, em caso de queimadas, conforme verificado nas populações *in situ* durante as coletas.

Em relação à propagação, alguns aspectos foram limitantes. As sementes apresentam elevada germinação e possibilidade de armazenamento, contudo, embora as plantas a princípio apresentem elevada frutificação, a quantidade de sementes foi restrita, dificultando o desenvolvimento de trabalhos mais completos e conclusivos.

O baixo percentual de enraizamento de estacas coletadas *in situ*, independente da época de coleta (inferior a 30%), foi melhorado com a implantação de minijardim (elevando-se a índices próximos a 60%), porém ainda pode ser melhorado visando a sua exploração em escala comercial.

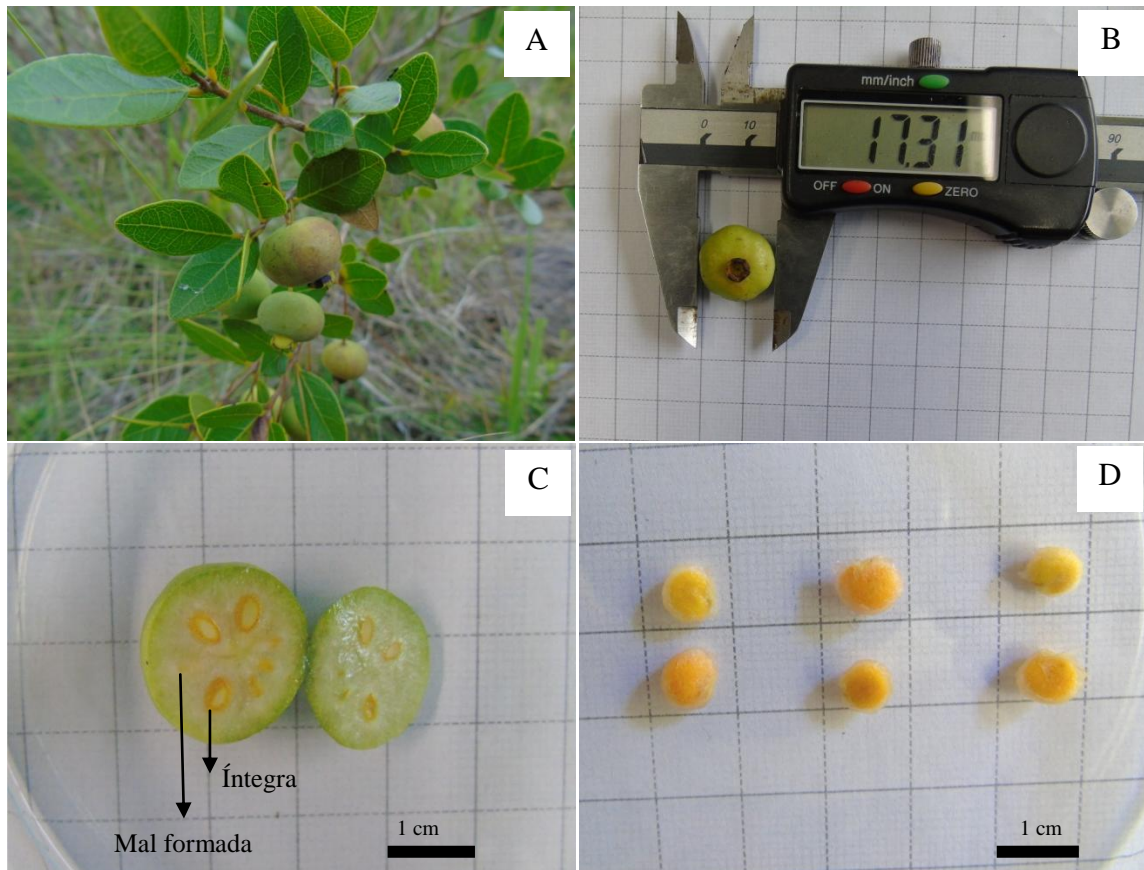
A instalação de minijardim com plantas oriundas de sementes apresenta como principal vantagem a juvenilidade dos propágulos, a qual é importante especialmente em espécies de difícil enraizamento. Entretanto, a variabilidade genética existente nas plantas de origem seminal ficou explícita durante a condução do experimento, o que é desvantajoso para um cultivo comercial, onde se deseja maior uniformidade nas plantas, porém, se torna interessante quando se deseja variabilidade genética para obtenção de novas características de interesse ornamental, ou para recuperação de áreas degradadas, por exemplo. Somado a isso, a espécie parece ter um período juvenil longo, o que ocasiona demora no florescimento das plantas oriundas desse sistema.

Já para as plantas oriundas de estacas de espécimes adultos, o principal entrave é a produção de estacas de menor qualidade e o florescimento precoce, que ocasiona competição por fotoassimilados com a produção de brotações. Sendo assim, a condução de estacas de plantas adultas selecionadas em sistema de minijardim, e coletas em épocas de crescimento vegetativo, ou o podas frequentes para evitar o florescimento das matrizes, parece ser o mais adequado para propagação vegetativa da espécie quando o objetivo é a produção de mudas com finalidade ornamental.

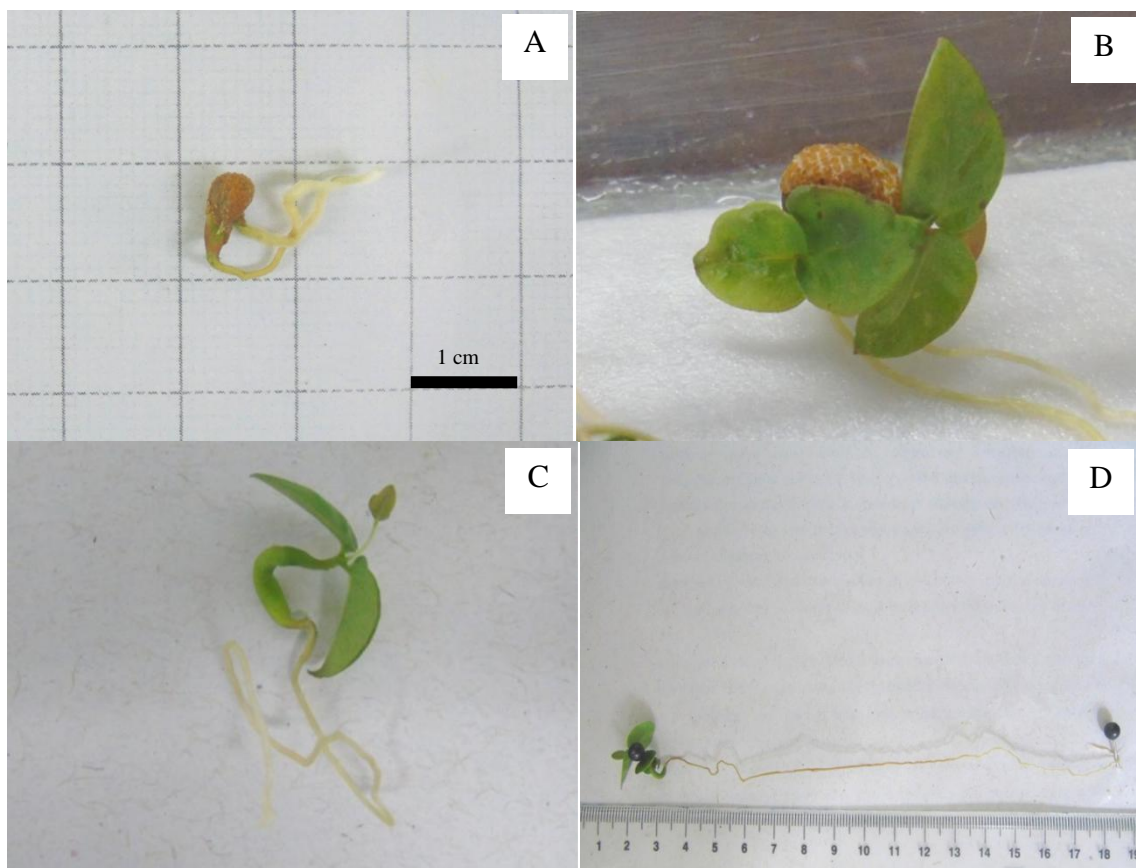
Na maioria dos casos visualizados em vegetação nativa, a espécie apresenta-se em locais de solo raso, arenoso e pedregoso, porém, observou-se que tanto no caso da condução em minijardim, quanto quando testado fertilizante de liberação controlada, a espécie respondeu favoravelmente ao acréscimo de adubação, mas também sobreviveu e apresentou crescimento na ausência de fertilizante e pH baixo, o que confirma a capacidade de adaptação e rusticidade de *C. aurea*.

A grande diversidade de espécies com potencial ornamental, resultante das características próprias do Bioma Pampa, precisa ser melhor aproveitada. Trabalhos de prospecção, propagação e cultivo são cada vez mais necessários, visto que as áreas de campo nativo tendem a serem substituídas por cultivos agrícolas e florestais, e com isso, muitas espécies de valor ornamental, forrageiro, alimentício e medicinal podem ser suprimidas. A colocação de espécies nativas em cultivo é uma forma de valorizar e também preservar os recursos genéticos nativos.

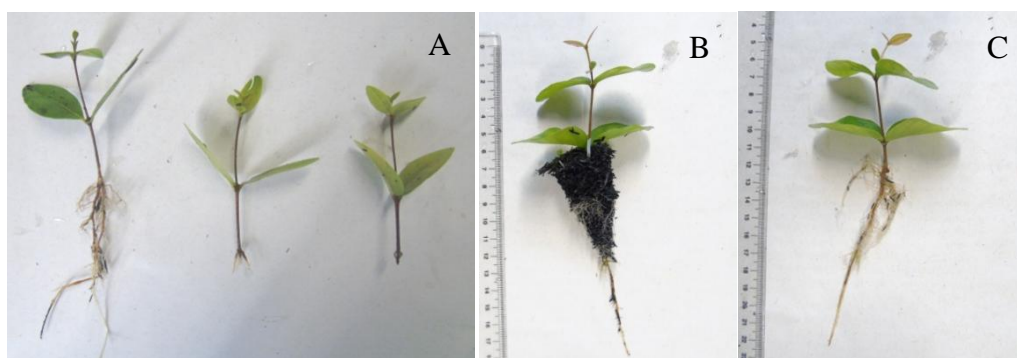
12 APÊNDICES



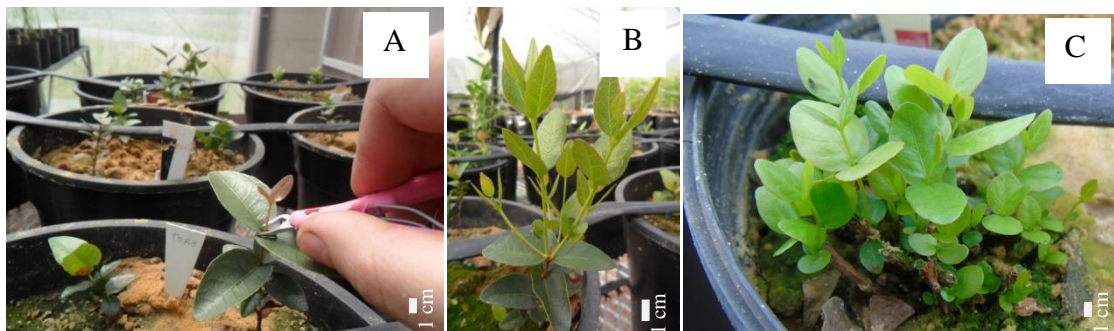
APÊNDICE 1. Fruto de *Campomanesia aurea* O. Berg em espécime a campo em Barão do Triunfo, RS (A), medição do diâmetro equatorial com paquímetro digital (B), fruto em corte transversal com sementes íntegras e mal formadas (C), sementes após a retirada dos frutos e lavagem em água corrente (D). UFRGS, Porto Alegre, RS.



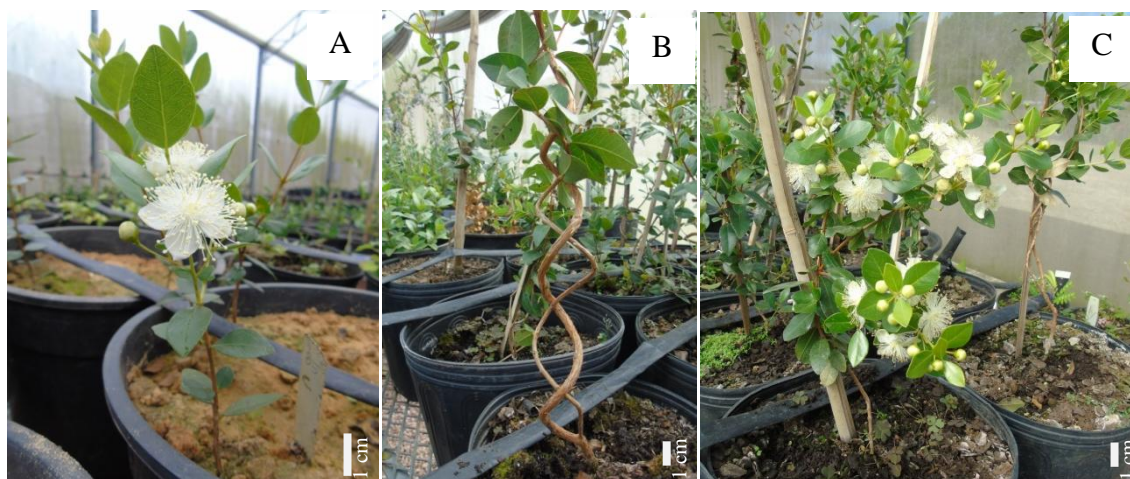
APÊNDICE 2. Protrusão da raiz primária de semente poliembriônica (A), plântulas originadas de sementes poliembriônica (B), plântula considerada normal para o teste de germinação (C) e detalhe para o comprimento da raiz primária em sementes de *Campomanesia aurea* O. Berg UFRGS, Porto Alegre, RS.



APÊNDICE 3. Estacas coletadas em minijardim com e sem a formação de sistema radicular, submetidas à mesma condição de enraizamento (A), muda com (B) e sem (C) torrão de *Campomanesia aurea* O. Berg. UFRGS, Porto Alegre, RS.



APÊNDICE 4. Desponte para formação das minicepas (A), brotações utilizadas como estacas (B) e brotações formadas 15 dias depois do corte das minicepas no nível do substrato (C) em *Campomanesia aurea* O. Berg conduzidas sob sistema de minijardim em estufa agrícola. UFRGS, Porto Alegre, RS.



APÊNDICE 5. Planta de *Campomanesia aurea* O. Berg obtida por estaquia com botões florais em sistema de minijardim (A), caules trançados (B) e planta em floração obtida por estaquia cultivada em substrato em estufa agrícola (C). UFRGS, Porto Alegre, RS.



APÊNDICE 6. Plantas de *Campomanesia aurea* O. Berg em conjunto com outras espécies em área em regeneração após queimada no Parque Natural Morro do Osso, Porto Alegre em março de 2016. UFRGS, Porto Alegre, RS.